

Katedra: Katedra geografie
Studijní program: B1301 Geografie
Studijní obor: R022 Aplikovaná geografie

FYZICKÁ GEOGRAFIE ÚDOLÍ JIZERY MEZI
MALOU SKÁLOU A TURNOVEM
PHYSICAL GEOGRAPHY OF THE JIZERA
VALLEY BETWEEN MALA SKALA AND
TURNOV

Bakalářská práce: 12–FP–KGE–025

Autor:
Lucie VÁVROVÁ

Podpis:

Vedoucí práce: doc. RNDr. Alois Hynek, CSc.

Konzultant:

Počet

stran	grafů	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
56	0	12	4	44	1

V Liberci dne: 20. dubna 2012

Zadání bakalářské práce

Čestné prohlášení

Název práce: Fyzická geografie údolí Jizery mezi Malou Skálou a Turnovem
Jméno a příjmení autora: Lucie Vávrová
Osobní číslo: P09001071

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo.

Prohlašuji, že má bakalářská práce je ve smyslu autorského zákona výhradně mým autorským dílem.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval/a samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Prohlašuji, že jsem do informačního systému STAG vložil/a elektronickou verzi mé bakalářské práce, která je identická s tištěnou verzí předkládanou k obhajobě a uvedl/a jsem všechny systémem požadované informace pravdivě.

V Liberci dne: 20. dubna 2012

Lucie Vávrová

Poděkování

Velice ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce doc. RNDr. Aloisi Hynkovi, CSc. za jeho vstřícnost, podporu a poskytování všech potřebných informací při psaní bakalářské práce, a také za motivaci ke vzdělávání v průběhu celého mého studia.

Anotace

Tato bakalářská práce komplexně mapuje zájmové území povodí Jizery mezi Malou Skálou a Turnovem z pohledu jednotlivých složek fyzickogeografické sféry. Byla zkoumána charakteristika reliéfu, z hlediska geologického a geomorfologického, dále pak charakteristika pedologická, hydrologická, klimatická a biotická. Nedílnou částí popisu bylo také vymezení chráněných území, které do oblasti zasahují. Informace byly získávány z literatury uvedené v textu a následně, pokud to bylo možné, byly ověřovány pomocí terénního průzkumu. Mapové výstupy jednotlivých fyzickogeografických složek, vznikly pomocí GIS programu, podle předlohy tištěných nebo webově dostupných mapových děl. Práce je také doplněna dalšími tématickými mapami zájmového území, poskytující vizuální informace, které jsou lépe srozumitelné než text.

Klíčová slova: Jizera, pískovcová skalní města, CHKO Český ráj, geologie, geomorfologie, půdní pokryv, hydrologie, klimatologie, biota

Summary

This Bachelor thesis comprehensively describes a interest area of the Jizera basin between Mala Skala and Turnov from the perspective of the individual components of physical geographical sphere. It was examined characteristics of relief, in terms of geological and geomorphological, pedological characteristics then, hydrological, climatic and biotic. An integral part of the description was also the definition of protected areas, which were extend into the interest area. Information was obtained from the literature mentioned in the text and then, if possible, verified by filed research. The map outputs of individual physical geographical components were created by using the GIS program, according to the original printed or web-accessible maps. The thesis is also supplemented by other thematic maps of the interest area, providing visual information that is easier to understand than text.

Keywords: The Jizera river, sandstone rock towns, PLA Bohemian Paradise, geology, geomorphology, soil cover, hydrology, climatology, biota

Obsah

Seznam obrázků, tabulek a grafů.....	8
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	9
1 Úvod.....	10
2 Vymezení zájmového území.....	11
3 Geologie.....	15
3.1 Geologické složení	15
3.2 Geologický vývoj	18
3.2.1 Paleozoikum	18
3.2.2 Mezozoikum.....	19
3.2.3 Terciér	20
3.2.4 Kvartér.....	20
4 Geomorfologie	21
4.1 Tvary reliéfu.....	21
4.1.1 Fluviální tvary.....	22
4.1.2 Strukturní tvary.....	22
4.1.3 Strukturně denudační tvary.....	23
4.1.4 Antropogenní tvary	25
5 Půdní pokryv.....	27
5.1 Vznik a vývoj půdy.....	27
5.2 Složky půdy.....	29
5.3 Půdotvorné procesy	29
5.4 Půdní profil	29
5.5 Vlastnosti půdy.....	30
5.6 Klasifikace půd.....	31
6 Hydrologie	37
6.1 Povrchová voda.....	37
6.2 Podzemní voda	39
7 Klimatologie.....	41
8 Biota	44
9 Ochrana přírody.....	48
9.1 Zvláště chráněná území.....	48
9.2 Chráněná území evropského významu	49
10 Závěr.....	52
11 Seznam použitých zdrojů.....	53
12 Seznam příloh.....	56

Seznam obrázků, tabulek a grafů

Mapa 1: Vymezení zájmového území.....	11
Tabulka 1: Základní údaje obcí ve zkoumaném území	12
Mapa 2: Katastrální území obcí zasahujících do zkoumané oblasti	11
Mapa 3: Výšková členitost	14
Obrázek 1: Geologická stavba údolí Jizery	16
Mapa 4: Geologické složení	17
Tabulka 2: Geomorfologická regionalizace	21
Mapa 5: Model reliéfu	26
Mapa 6: Půdní pokryv.....	36
Tabulka 3: Základní údaje řeky Jizery	38
Mapa 7: Vodohospodářská charakteristika.....	40
Tabulka 4: Charakteristika vybraných klimatických jednotek	42
Mapa 8: Klimatické oblasti.....	43
Mapa 9: Typologie krajiny	47
Mapa 10: Vymezení Geoparku Český ráj.....	50
Mapa 11: Chráněná území	51

Seznam použitých zkratk a symbolů

AOPK ČR - Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky

ČHMÚ - Český hydrometeorologický ústav

ČSÚ - Český statistický úřad

ČÚZK - Český úřad zeměměřičský a katastrální

HMÚ - Hydrometeorologický ústav

CHKO - chráněná krajinná oblast

CHOPAV - chráněná oblast přírodní akumulace vod

NG INSPIRE - Národní geoportál INSPIRE

ORP - obec s rozšířenou působností

PP - přírodní památka

PR - přírodní rezervace

UNESCO - Organizace OSN pro výchovu, vědu a kulturu

ÚSES - územní systém ekologické stability

VÚVTGM - Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka

1 Úvod

Dominantním prvkem ve zkoumaném území je v první řadě řeka Jizera, která je páteří celé oblasti a vytváří zde charakteristický vzhled údolí. Jizera byla důležitým faktorem pro vznik osídlení již v období pravěku. V dnešní době je v této oblasti možné navštívit menší vesnice s typickou lidovou architekturou. Přestože existují doklady o činnosti člověka na tomto území již z počátku starší doby kamenné, příroda si zde zachovala vysoký stupeň přirozenosti s množstvím přírodních i historických památek.

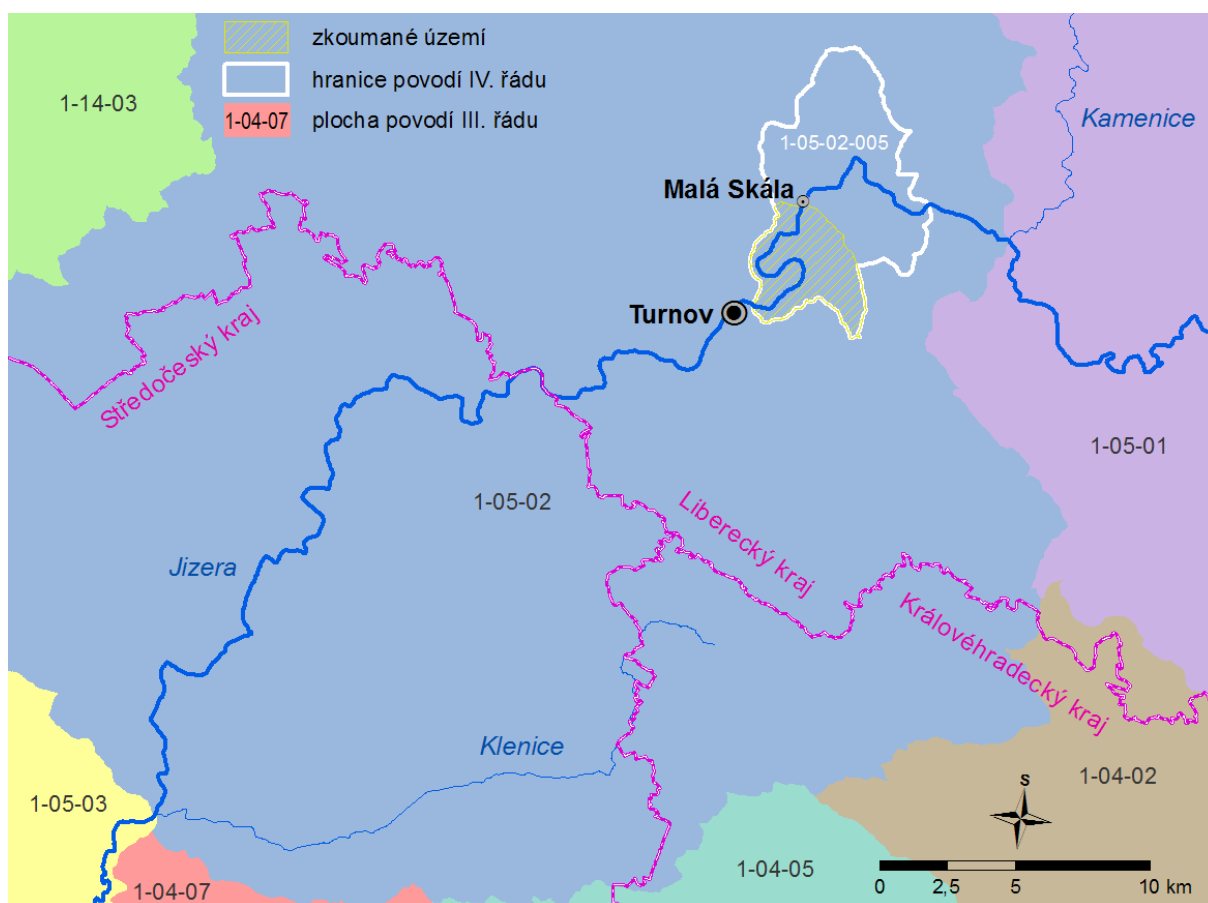
Téměř celé údolí Jizery mezi Turnovem a Malou Skálou je součástí severního úseku Chráněné krajinné oblasti Český ráj, která byla vyhlášena 5. prosince 2002, díky svému zvláštnímu kulturnímu, turistickému i sportovnímu významu, a rozšířila tak původní Chráněnou krajinnou oblast Český ráj vyhlášenou již v roce 1955. Hlavním důvodem je zde ochrana unikátních pískovcových skalních měst, která jsou označována za pískovcový fenomén Českého ráje (Prostředník, aj. 2010). Ve zkoumaném území se nacházejí Besedické skály, jejichž součástí jsou skalní bludiště Kalich a Chléviště, částečně do území zasahují Betlémské a Klokočské skály, propojené Klokočskými průchody, a dále se zde nachází menší skalní město Drábovna. Několik skalních útvarů je také utvořeno v okolí vrcholu Sokol.

Výjimečnost území dokládá skutečnost, že je celá zkoumaná oblast součástí Evropského geoparku UNESCO Český ráj, který byl vyhlášen v říjnu roku 2005. Na území geoparku se nachází stovky archeologických, geologických a přírodních lokalit. Geopark usiluje především o zachování těchto lokalit. Podporuje také udržitelný rozvoj regionu, turistiku, vzdělávání a přitahuje mezinárodní pozornost (Řídkošil, aj. 2006).

Díky unikátní krajině, která je zde velmi rozmanitá, se toto území stává atraktivním místem pro velké množství turistů, což s sebou nese negativní důsledky, v podobě devastace přírodně a archeologicky mimořádně hodnotných oblastí. Nežádoucím jevem je především budování nelegálních tábořišť a s tím spojené stavění dřevěných konstrukcí, zakopávání odpadků nebo plošné vytěžení převisů a jeskyní, z důvodu zvětšení prostoru pro táborování. Za posledních 80 let přinesla turistika v této oblasti výrazně větší zásah do přirozeného vývoje skalních oblastí, než 10 000 let jejich vývoje bez zásahu člověka (Jenč 2006).

2 Vymezení zájmového území

Pro tuto bakalářskou práci je údolí Jizery mezi Malou Skálou a Turnovem vymezeno jako část povodí s číslem hydrologického pořadí 1-05-02-005, podle klasifikace Vlčka (1984). Číslo 1 určuje, že se tato oblast nachází v povodí Labe a dvojčíslí 05-02 označuje určitou část povodí Jizery, v tomto případě od soutoku s řekou Kamenice po soutok s říčkou Klenice. Povodí s číslem 1-05-02 je dále rozděleno na menší oblasti – na povodí IV. řádu, s pořadovými čísly od 001 do 102. Oblast údolí Jizery mezi Malou Skálou a Turnovem se nachází v jižní části již zmiňovaného povodí 1-05-02-005, což je znázorněno na Mapě 1. Vymezené povodí zasahuje do obcí Turnov a Malá Skála jen okrajově. Hranice zkoumaného povodí končí přibližně v místech, kde Jizera opouští zastavěné území Malé Skály, a na druhé straně v místech, kde vtéká do zastavěného území Turnova.



Mapa 1: **Vymezení zájmového území**, 2012. zdroj dat: *tematický obsah Vlček 1984, topografický podklad NG INSPIRE 2011a*. vytvořeno: v ArcGIS 9.3, Lucie Vávrová

Takto vymezené území má rozlohu přibližně 13,45 km². Řeka Jizera údolím protéká od severní části, kde se nachází město Malá Skála, a pokračuje do jihozápadní oblasti, kde protéká městem Turnov. Jizera v tomto hlubokém údolí vytvořila dva zaklesnuté meandry a postupně se zařezává stále hlouběji. Délka toku Jizery v celém území je necelých 8,5 km. Nejvyšším bodem v okolí je vrchol Sokol s nadmořskou výškou 562,5 m. Naopak nejnižší bod se nachází v místech, kde Jizera vtéká do Turnova, v nadmořské výšce 248 m. Řeka od počátečního místa ke konečnému klesá přibližně o 12 výškových metrů (ČÚZK 1998, 2012).

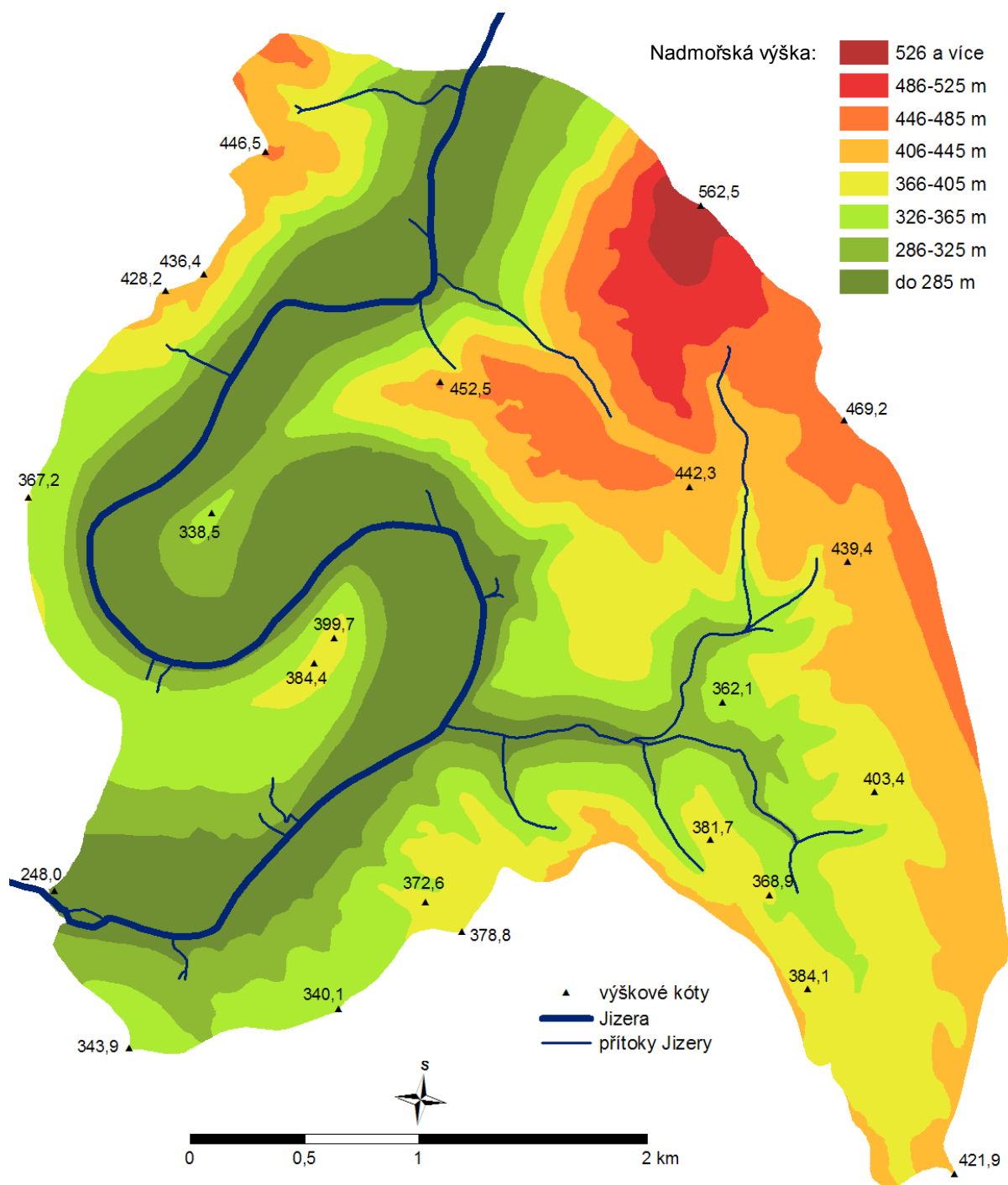
Zájmová oblast údolí Jizery se rozkládá na území osmi obcí - Turnov, Mírová pod Kozákovem, Frýdštejn, Malá Skála, Koberovy, Klokočí, Loučky a Rakousy. Z hlediska administrativního členění jsou všechny obce součástí územně správní jednotky ORP Turnov. Výjimkou je pouze obec Koberovy, která spadá do správního obvodu ORP Železný Brod. Jelikož správní jednotky ORP nemusejí respektovat hranice okresů, obce Frýdštejn, Malá Skála a Koberovy se nacházejí na území okresu Jablonec n. Nisou a ostatní obce patří k okresu Semily (ČSÚ 2012). Počet obyvatel, celková rozloha jednotlivých obcí a procentuální velikost plochy, kterou obce zasahují do zájmového území údolí Jizery, jsou uvedeny v Tabulce 1.

Tabulka 1: **Základní údaje obcí ve zkoumaném území, 2012 (ČSÚ 2012)**

název obce	okres	ORP	celkový počet obyvatel (k 31. 12. 2011)	celková rozloha (ha)	rozloha ve zkoumaném území
Frýdštejn	Jablonec n. N.	Turnov	848	1 448	5 %
Klokočí	Semily	Turnov	177	238	16 %
Koberovy	Jablonec n. N.	Železný Brod	1 015	874	22 %
Loučky	Semily	Turnov	159	165	8 %
Malá Skála	Jablonec n. N.	Turnov	1 164	1 001	10 %
Mírová pod Kozákovem	Semily	Turnov	1 625	1 924	11 %
Rakousy	Semily	Turnov	73	140	11 %
Turnov	Semily	Turnov	14 387	2 271	17 %



Mapa 2: Katastrální území obcí zasahujících do zkoumané oblasti, 2012. zdroj dat: NG INSPIRE 2011a, 2011b. vytvořeno: v ArcGIS 9.3, Lucie Vávrová



Mapa 3: **Výšková členitost**, 2012. zdroj dat: *tematický obsah ČÚZK 2012, topografický obsah NG INSPIRE 2011a*. vytvořeno: v ArcGIS 9.3, Lucie Vávrová

3 Geologie

V této kapitole je popsána geologická stavba zkoumané oblasti údolí Jizery, její historický vývoj a také rozmístění hornin, které jsou dnes rozpoznatelné na povrchu zemské kůry. Při popisu geologického vývoje jsou zmapovány události, během kterých vznikaly geologické jednotky mající souvislost s utvářením zájmového území.

3.1 Geologické složení

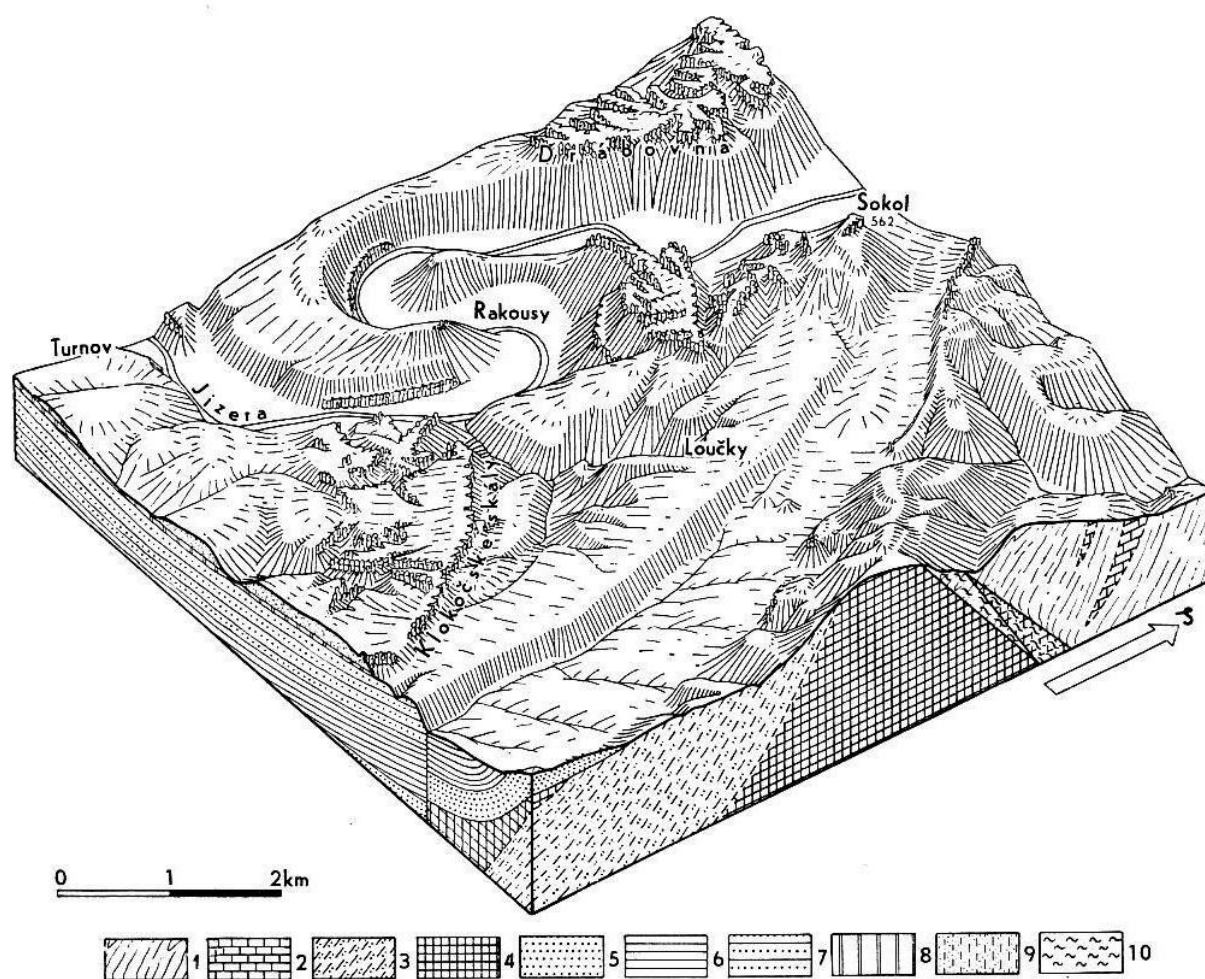
Z geologického hlediska je území tvořeno především sedimenty mezozoického (250-140 milionů let před současností) a kvartérního stáří (0,8-0,01 milionů let před současností). Podrobné rozložení hornin je znázorněné na Mapě 4, ze které je patrné, že více jak polovinu území pokrývají různé druhy křídového pískovce. Pro tyto horniny je typické vytvoření až několik desítek metrů vysokých skalních útvarů. Naprostá většina skalních útvarů v této oblasti je vyvinuta na křemenných pískovcích a malé procento skal je utvořeno z pískovců vápnitých. Křemenné pískovce jsou cenomanského stáří (svrchní křída, 100-93 milionů let před současností), zatímco vznik vápnitých pískovců se může zařadit do období turonu (svrchní křída, 93-89 milionů let před současností). Najdou se zde i místa tvořená vápnitým jílovcem, složením velmi podobným slínovcem a také prachovcem. Tyto horniny se od pískovce liší především tím, že obsahují menší klasty, do maximální velikosti 0,063 mm (Ložek 2006).

Další podstatné zastoupení zde mají různé nezpevněné klastické sedimenty kvarterního stáří, které vznikly rozrušením starších hornin a postupně se transportovaly do nejnižších poloh v oblasti. Koryto a břehy řeky Jizery jsou tvořené především fluvialním sedimentem, v tomto případě pískem a štěrkem. V oblastech více vzdálených od řeky je možné najít nezpevněné sedimentární horniny s různě velkými zrny (Demek, aj. 1965). Nejmenší částice obsahuje spraš (0,063-0,004 mm), o trochu větší částice se nacházejí v písku (2-0,063 mm), z částic o velikosti na 2 mm složen štěrk a kamenitý sediment má zrnitost až několik centimetrů.

Vrchol Sokol, který je nejvyšším bodem oblasti, je místem, kde k povrchu pronikly horniny tercierního stáří. Nachází se zde několik menších těles bazaltoidního původu. Ty představují jedny z nejmladších efuzivních vyvřelin na českém území, z období miocénu až pliocénu (období před 23-1,8 milionu let). Jsou zde rozpoznány pyroklastické horniny složené z úlomkovitého sopečného materiálu, které v minulosti vyvrhoval sopečný jícen a analcim-

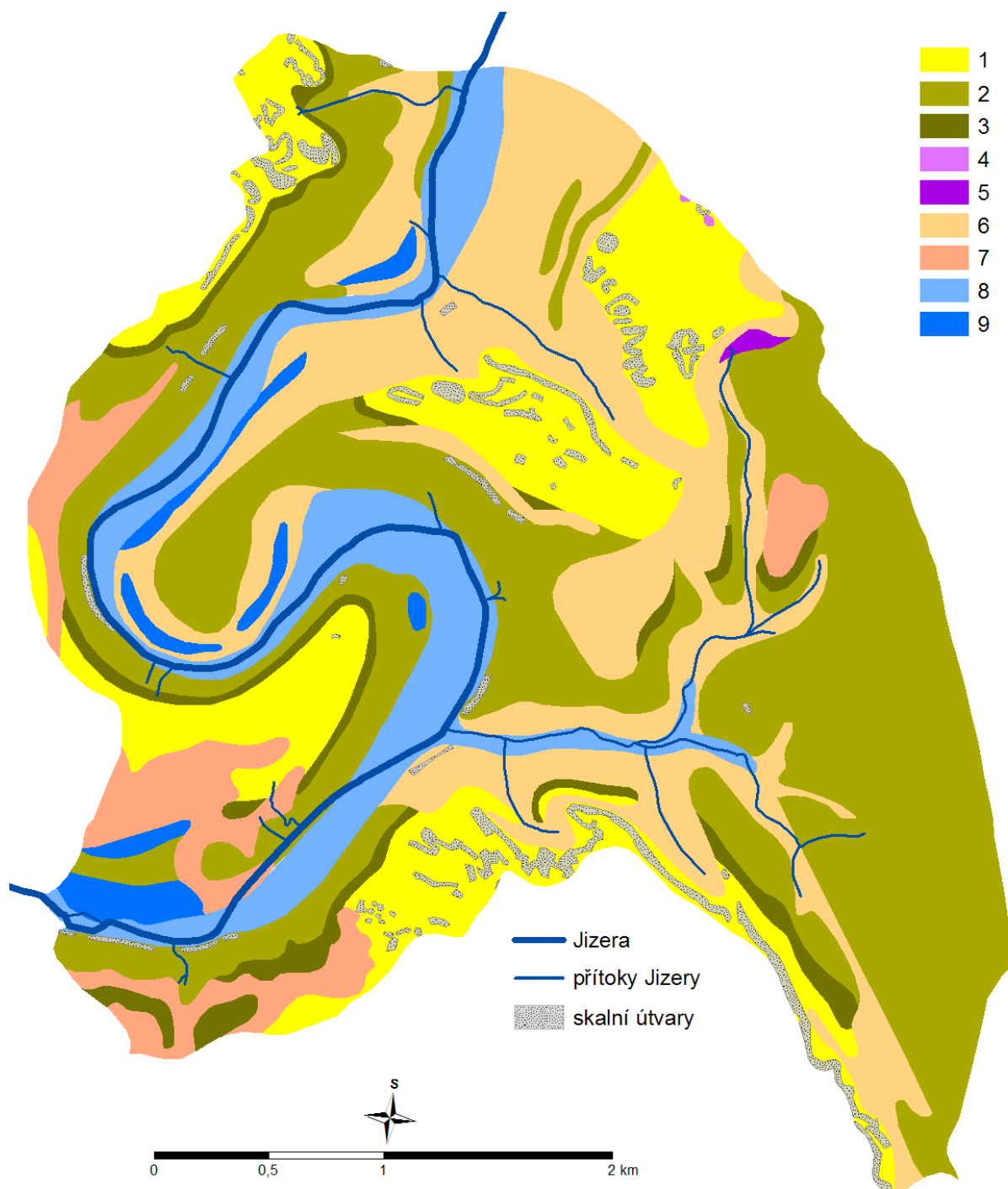
nefelinický bazanity, což jsou jinými slovy čediče, které obsahují foidy - analcim a nefelin (Demek, aj. 1965).

Na Obrázku 1 je znázorněn blokdiagram mapující zkoumané území. Tento výsek zemské kůry zachycuje geologickou stavbu, kde řeka Jizera vymodelovala těsné erozní údolí a její okolí bylo oživeno třetihorním vyvýšeným reliéfem (Demek, aj. 1965).



Obrázek 1: **Geologická stavba údolí Jizery**, zdroj: Demek, aj. 1965, s. 101 (konstrukce a kresba J. Raušer, geologická stavba podle J. Soukupa a Z. Rotha)

1 - fylity, 2 - vápence, 3 - břidlice, pískovce, 4 - melafyry, 5 - cenomanské sedimenty (pískovce, slepence, místy lupky), 6 - spodní turon a dolní oddíl středního turonu (slínovce a písčité slínovce), 7 - horní oddíl středního turonu (pískovce vánité a slínité), 8 - svrchní turon (jílovce a slínovce), 9 - svrchní turon a coniac (kvádrové pískovce), 10 - drcené pásmo podél lužické poruchy



Mapa 4: **Geologické složení**, 2012. zdroj dat: ČGS, 2007. vytvořeno: v ArcGIS 9.3, Lucie Vávrová

1 - křemenný pískovec, 2 - vápnitý pískovec, 3 - vápnití jílovec, slínovec a prachovec, 4 - analcim-nefelinický bazanit, 5 - pyroklastika bazaltoidních hornin, 6 - kamenitý až hlinitokamenitý sediment, 7 - spraš a sprašová hlína, 8 - hlína, písek a štěrk, 9 - písek a štěrk

3.2 Geologický vývoj

3.2.1 Paleozoikum

Celá oblast je součástí **Českého masivu**, který pozůstatkem evropského variského horstva, které bylo vyvrásněno, kvůli kolizi dvou desek zemské kůry, před 380-300 miliony lety, v době středního devonu až svrchního karbonu. Český masiv je jedním z izolovaných zbytků původně souvislého pásma variského horstva, které bylo postupem času porušováno zlomy v zemské kůře a snižováno účinky eroze. Přesto je to největší povrchový zbytek variscid v Evropě. Pokrývá přibližně celé Čechy, většinu Moravy i Slezska, a jeho okrajové oblasti přesahují do okolních států. Skládá se z pěti velkých celků, které Chlupáč aj. (2001) označuje jako oblasti. Je to moldanubická oblast (moldanubikum), středočeská oblast (bohemikum), sasko-durynská oblast (saxothuringikum), západosudetská oblast (lugikum) a moravskoslezská oblast (moravosilesikum). Zkoumané území údolí Jizery se nachází na území západosudetské oblasti, která tvoří severní část Českého masivu. Od jižněji situované středočeské oblasti je oddělena labským zlomovým pásmem, někdy také nazývaným lužický zlomem. Ten probíhá od německých Drážďan až k Turnovu v délce více než 110 km a má charakter přesmyku. Je orientován ve směru SZ-JV (Chlupáč, aj. 2011).

Na podloží Českého masivu se v této oblasti vytvořila tzv. permokarbonská **mnichovohradišťská pánev**, která je součástí limnických pávní sudetské oblasti. Tyto pánve vznikly po procesu rozpínání horských hřbetů, které se utvořily během variského vrásnění. Podél vytvořených zlomů se otevřely rozlehlé deprese a vznikly tak klesající mezihorské pánve, označované jako limnické černouhelné pánve, do kterých se z okolních horských hřbetů splavoval klastický materiál a ukládal se zde. Díky teplému a vlhkému podnebí, které zde v této době panovalo, se z uhlotvorné vegetace ve sladkovodních jezerech vytvořily uhelné sloje, které se střídaly s vrstvami pískovců, slepenců a jílovitých sedimentů. Tento proces se odehrával ve svrchním karbonu až permu, přibližně před 318-295 lety. Mnichovohradišťská pánev je zde ale zcela překryta sedimenty křídového stáří a částečně tercierními vulkanity. Její mocnost se odhaduje až na 1 km a skládá se ze čtyř stratigrafických jednotek, které jsou všechny přibližně stejně mocné. Nejspodněji se ukrývají nýřanské vrstvy, nad nimi se uložily štikovské arkózy, následuje syřenovské souvrství a svrchní vrstvu tvoří semilské souvrství. Arkóza je druh pískovce, který kromě křemenných částic obsahuje také zrna živců a další úlomky nestabilních hornin (Chlupáč, aj. 2011).

3.2.2 Mezozoikum

Ve zkoumané oblasti povodí Jizery je Český masiv zcela překryt postvariskými uloženinami **české křídové pánve**, která má celkovou rozlohu přibližně 14 600 km². Pro geologickou historii české křídové pánve měla velký význam mezozoická éra. Pánev se začala utvářet během tzv. cenomanské transgrese, kdy se vlivem klimatických změn a horotvorných procesů zdvihla hladina moří, a byla tak zaplavena severní a východní část Českého masivu. Tento proces začal počátkem mladšího křídového útvaru, přibližně před 95 miliony let, po období sladkovodní sedimentace. Mořská hladina se této době zvýšila až o 200-300 m. Ústup moře se datuje přibližně před 85 miliony let, během stupně santonu, což byl důsledek mohutných horotvorných procesů, které byly součástí alpského vrásnění (Chlupáč, aj. 2011).

Pánev je tvořena převážně klastickými uloženinami s různou zrnitostí a je stratigraficky členěna na několik souvrství, která se vytvořila postupným ukládáním materiálu během mořských záplav. Jednotlivá souvrství se liší mocností, geologickým složením a dobou vzniku (Chlupáč, aj. 2011):

Nejstarší a nejspodnější výplň české křídové pánve tvoří **perucko-korycanské souvrství** vzniklé během cenomanu. Souvrství se dělí na perucké sladkovodní vrstvy, které jsou cyklicky složené křemennými slepenci, pískovci, prachovci a jílovci, a korycanské mořské vrstvy, kde je typickou horninou pískovec, proložený vrstvami jemnozrnných slepenců a prachovců. Mocnost souvrství je v některých oblastech až 120 m.

Další stratigrafickou jednotkou je **bělohorské souvrství**, vytvořené během spodního turonu. Toto souvrství je sloužené z glaukonitických, následují vrstvy jílovců a slínovců. Jeho mocnost je přibližně 100 m.

Nejmocnější výplň v této oblasti tvoří **jizerské souvrství**, které je místy silné až 400 m. Souvrství se utvořilo ve středním až svrchním turonu a skládá se čtyř cyklů, které se liší hrubostí uloženého materiálu. Spodní část obsahuje jemnozrnný vápnitý pískovec až prachovec a svrchnější část vznikla z jemnozrnného až hrubozrnného křemenného pískovce.

Na přelomu turonu a coniacu (coniac je datován před 89-86 miliony let) se na mořském dně usazovaly sedimenty **teplického souvrství**, s mocností přes 150 m. V této době byl

rozsah křídové pánve největší a převládala sedimentace vápnitých jílovců až slínovců, s výjimkou okrajové části podél lužického zlomu, kde se vytvořily jemnozrné pískovce.

Součástí tohoto souvrství je tzv. *hruboskalský kvádr*, vybudovaný rychlým střídáním křemenných prachovců a pískovců. Toto těleso s mocností až 80 m dalo možnost vzniku většině skalních měst v Českém ráji.

Nejsvrchnější stratigrafickou jednotkou v této oblasti je **březenské souvrství**. Vrstva s mocností až 100 m, která je již značně redukována erozí, vznikla ve svrchním coniacu. Největší rozsah má zde facie kvádrových pískovců. Jelikož se celá oblast nachází na okraji české křídové pánve, jsou vrstvy ukloněny směrem doprostřed české křídové pánve. Tyto úklony tektonického původu v této oblasti způsobily, že jsou jednotlivá souvrství orientována svisle, nebo jsou dokonce překocené.

3.2.3 Terciér

Pro tuto geologickou éru je typickým znakem obnovení vulkanické činnosti v Českém masivu a ústup reliéfu křídových sedimentů. Postupně se v krajině projevovaly účinky pohybů vyvolaných alpským vrásněním. V důsledku těchto změn došlo k rozlámání křídových vrstev podél zlomů, které jsou orientované stejným směrem jako lužický zlom. Tyto poruchy zároveň znamenají oslabení v zemské kůře, což usnadňuje výstup magmatických tavenin na povrch, skrz křídové sedimenty. Horniny terciérního vulkanismu v oblasti povodí Jizery vystupují mírně nad okolní krajinu, jelikož měkké křídové sedimenty rychleji podléhají erozi (Chlupáč, aj. 2011).

3.2.4 Kvartér

Ve starším kvartéru se střídala chladná období (glaciály) s teplejšími (interglaciály). Pevninský ledovec měl největší rozšíření během elsterského a saalského glaciálu a pokryl území více na sever od zkoumaného údolí Jizery. Toto místo se nacházelo v tzv. periglaciální oblasti. Je to oblast, která nebyla přímo zasažena ledovcem, ale přesto byla působením nízkých teplot ledovce ovlivněna. V tomto období se začala vytvářet říční síť v dnešní podobě a docházelo při tom k transportu zvětralého materiálu ledovcového původu, který je dnes možné najít v říčních terasách Jizery (Chlupáč, aj. 2011).

4 Geomorfologie

Z hlediska geomorfologické regionalizace se celé území nachází v okrsku Turnovská stupňovina, který má ráz ploché vrchoviny kerné stavby. Vyznačuje se strukturně podmíněným reliéfem pískovcových kuest. Ty se zformovaly v okrajových částech okrsku, v místě s výrazným tektonickým porušením. V hlubokém údolí Jizery se vytvořil dvojitý zaklesnutý meandr, jehož dvě šíje tvoří elevace Horka (338,5 m n. m.) a Na chocholce (399,7 m n. m.). Toto území je výjimečné především krajinou pískovcových skalních měst a tvary selektivního zvětrávání. Příkladem jsou skalní brány, okna, izolované skalní věže, sloupy nebo pyramidy. Nacházejí se zde i méně známé pseudokrasové útvary, například různé velké jeskyně, propasti, nebo závrtý (Demek, aj. 2006). Další geomorfologické jednotky, které jsou nadřazeny Turnovské stupňovině, jsou uvedeny v Tabulce 2.

Tabulka 2: **Geomorfologická regionalizace**, 2012 (Demek, aj. 2006)

Systém	Hercynský
Provincie	Česká vysočina
Soustava	Česká tabule
Oblast	Severočeská tabule
Celek	Jičínská pahorkatina
Podcelek	Turnovská pahorkatina
Okrsek	Turnovská stupňovina

4.1 Tvary reliéfu

Reliéf je utvářen na základě dvou základních geomorfologických procesů. Jednou skupinou jsou endogenní procesy, které mají původ v zemském nitru a druhou skupinou jsou procesy exogenní, které energeticky vycházejí ze slunečního záření. Rozličné tvary zemského reliéfu vznikají protikladným působením těchto dvou sil. Endogenní pochody se mohou označit za konstruktivní, při kterých dochází například k vyvrásnění pohoří nebo k sopečné činnosti. Pochody exogenní mají opačný vliv na utváření reliéfu a krajinu spíše zarovnáávají a zmenšují vertikální členitost reliéfu. Tvary reliéfu se mohou rozlišovat podle velikosti na mikroformy, řádově velké několik cm^2 a mezoformy, řádově velké až 10 km^2 a makroformy, řádově velké 100 km^2 (Demek 1987). Následuje popis geomorfologických tvarů, které byly ve zkoumaném údolí Jizery rozpoznány, především při provádění terénního výzkumu. Tvary reliéfu jsou rozdělené do skupin podle jejich geneze.

4.1.1 Fluviální tvary

Hlavním činitelem je zde řeka Jizera, která se výrazně podílí na utváření vzhledu krajiny. Koryto Jizery se důsledkem fluviální eroze po toku rozšiřuje a stále prohlubuje. Jizera v tomto úseku přechází z oblasti horního toku do oblasti středního toku, kde působí současně hloubková a boční eroze. Je to také oblast, kde řeka dostává menší spád a začíná proces akumulace unášeného materiálu (Demek 1987).

Základní fluviálním erozním tvarem je zde **údolí**, které lze popsat jako protáhlá sníženina zemského povrchu, kde se v nejnižší oblasti nachází koryto řeky. **Koryto** řeky má v této části přirozený tvar bez antropogenních zásahů. Na vodním toku se vytvořily zákruty, nazývané **meandry**. Podle Demka aj. (2006) se meandr definuje jako oblouk vodního toku, jehož délka je větší než polovina obvodu kružnice opsané nad tětivou a středový úhel oblouku je větší než 180°. Meandry mají jesešní břeh, kde dochází k nánosům materiálu a výsešní neboli nárazový břeh, kde se vlivem boční eroze vytvořily **břehové nátrže**. Důsledkem vývoje zaklesnutých meandrů vznikly osamocená návrší v jejich jádru, zvané **okrouhlíky**. Tyto dva vrcholky, Horka a Na chocholce, výrazně vystupují nad okolí krajiny. Typickým fluviálním tvarem na řece Jizeře jsou tzv. **šterkové nebo pískové lavice**. Vznikají nánosem hrubších říčních usazenin při břehu řeky, během větších průtoků, například při jarním tání. Jsou zde také mírně rozpoznatelné **říční terasy** na svazích říčního údolí, které se vytvořily erozí a akumulací vodního toku. Jsou to pozůstatky někdejšího dna údolí, kterým se řeka postupně hlouběji zařezávala (Demek 1987).

4.1.2 Strukturní tvary

Strukturní tvary reliéfu se utvářely především působením endogenních sil a dále mohou být upravovány vnějšími činiteli. Okrajové části české křídové pánve jsou typickým místem, kde se mohou vytvořit tzv. **kuesty**. Jedním příkladem jsou Klokočské skály. Kuesta se vytvořila na nakloněných horninách a skládá se ze svahu, který je mírně ukloněn (maximálně 10°) a se svahu příkrého, neboli čela kuesty, který může mít sklon až 40°. V čele kuesty došlo k výstupu obnažených hornin, kde se nacházejí skalní stěny nebo srázy. Dalším strukturním tvarem, který se zde nachází, je vrchol Sokol. Jedná se o **suk**, který vznikl vyvýšením odolné horniny díky rozpadu okolních měkčích hornin. V tomto případě byla vulkanická hornina vypreparována z měkčích pískovcových hornin (Demek 1987).

4.1.3 Strukturně denudační tvary

Strukturně-denudační tvary zde zastupují mezoformy a mikroformy reliéfu, vytvořené z pevných nezvětralých hornin skalního podkladu. V tomto případě se ve zkoumaném údolí Jizery nacházejí především pískovcové tvary, které vznikly postupným rozčleňováním původně horninového bloku (Demek 1987). Ve skalních městech, která se zde utvořila, je možné najít téměř všechny možné formy pískovcového skalního reliéfu. Souhrnně jsou tyto tvary označovány jako **pseudokrasové jevy**.

Skalní města nejsou vyvinuta na každém pískovci, ale jsou vázána na krajinu tvořenou kvádrovými pískovci svrchní křídly. Tyto pískovce se v České republice vyskytují především v severní oblasti Čech, na rozsáhlých plochách české křídové pánve. V současné době jsou v Čechách vytvořeny čtyři hlavní oblasti pískovcové krajiny, které jsou chráněné jako velkoplošná území - Labské pískovce, Broumovsko, Kokořínsko a Český ráj. Tyto chráněné krajinné oblasti mají množství stejných základních rysů, ale současně se liší v mnoha podrobnostech. Jak už bylo zmíněno, pro všechna skalní města je základním stavebním materiálem kvádrový pískovec, pro který je typická odlučnost se třemi na sebe kolmými systémy. Díky tomu se pískovec rozpadá na kvádrové bloky, podle kterých dostal příznačný název (Ložek 2006).

Volně řečeno, se podle Kukala aj. (2005) mohou skalní města definovat jako soubor izolovaných věží, které byly vnějšími činiteli utvořené ze souvislého skalního masivu o ploše alespoň několika hektarů. Věže musejí být nejméně několik desítek metrů vysoké a celé toto území by mělo být vytvořeno ze stejných anebo složením podobných hornin.

Pro vytvoření pískovcového reliéfu skalních měst je také zapotřebí několik skutečností. Skalní masiv musí být ze soudržné horniny, aby se v něm mohly vymodelovat svislé stěny a sloupy. Soudržná hornina vznikla při tzv. litifikaci, kdy se jednotlivá zrnka písku přeměňovaly na pevný pískovec. Tato hornina musí být současně i propustná, aby dešťová voda mohla prohlubovat trhliny. Další podmínkou je, aby byl skalní masiv vyvýšen nad okolní krajinou, jinak hrozí, že by byl překryt mladšími sedimenty a nemohl by se dále vyvíjet. Kvůli tomu je také potřeba, aby se na povrchu nevytvořila mocnější vrstva půdy s vegetací. Pro výskyt skalních měst má Česká republika ideální klimatické podmínky. V suchých a chladných oblastech by se skalní věže a ostatní útvary vytvářely stěží s po velice dlouhou dobu, a naopak vlhké a teplé oblasti zapříčiňují rychlý rozpad skalních bloků, kvůli

nadměrné erozní činnosti. Oblast české křídové pánve má tedy ideální předpoklady pro vznik skalních měst (Kukal, aj. 2005).

Všechna pískovcová skalní města procházejí určitým vývojem. V první fázi se pískovcové těleso nachází pod úrovní terénu, kde se v důsledku působení podzemních vod vytvořily pevnější jádra pískovce a ta byla obklopena méně zpevněným pískovcem nebo jen pískem. V další fázi se díky tektonickým procesům pískovcové těleso vyzdvihne nad okolní terén a dochází k erozi již zvětralého pískovce. Do skalního masivu se postupně zařezávají vodní toky, vyhlubují údolí, což způsobuje rozdělení masivu na menší celky. Spolu s tekoucí vodou skály rozrušují další erozní činitelé, jako je déšť, vlhkost, led, sníh i vegetace. Tito činitelé působí nejrychleji na okraji skalního masivu a postupně pronikají do středu. Po vytvoření rozličných tvarů skalního reliéfu nastává poslední fáze vývoje, kdy dochází k destrukci skalních tvarů. Skalní bloky se postupně řítí, tím vznikne halda rozbitých bloků, které dále podléhají erozi, a zvětralý materiál je odnášen do nižších poloh v krajině. Celý tento proces trvá několik milionů let (Mikuláš, aj. 2006).

V tomto území nejsou skalní města tvořena souvislým blokem, ale jsou rozdělena na jednotlivé oblasti o různé rozloze. Vzájemně je oddělují kotliny a pásma území tvořené odlišnými horninami. V jižní části zkoumaného území se nacházejí Klokočské skály, které tvoří souvislá skalní hradba, dlouhá přibližně 1,6 km. Klokočskými průchody je toto skalní město propojené s Betlémskými skalami. Severněji odtud se vytvořila dvě skalní bludiště - Kalich a Chléviště, která jsou součástí Besedických skal. Menší pískovcové skalní město Drábovna, se nachází západně od Malé Skály, které do zkoumaného území zasahuje jen okrajově (Mikuláš, aj. 2006).

Pseudokrasové jevy, které utvořily tato skalní města, vznikají na horninách, které jsou vodou málo rozpustné nebo nerozpustné a uplatňují se zde především fyzikálně-mechanické procesy zvětrávání, svahové pohyby, řícení a akumulace skalních bloků, menší měrou působí i fluvialní a eolická eroze nebo sufozní subsidence. Právě způsobem vzniku se liší od krasových jevů, které vznikají chemickými procesy na horninách vodou lehce rozpustných (Vítek 1979).

Pseudokrasové tvary se mohou rozdělit na podzemní a povrchové (Vítek 1979). Za povrchové makrofromy se považují soutěsky, kaňony, strže, rozsedliny, skalní pilíře, skalní kulisy nebo skalní věže. Nejznámější skalní věž v oblasti je nejspíše Tyršova skála na vrcholu

Sokol. Ve skalní stěně je vsazena bronzová deska s portrétem Miroslava Tyrše, který byl zakladatelem tělovýchovného sdružení Sokol.

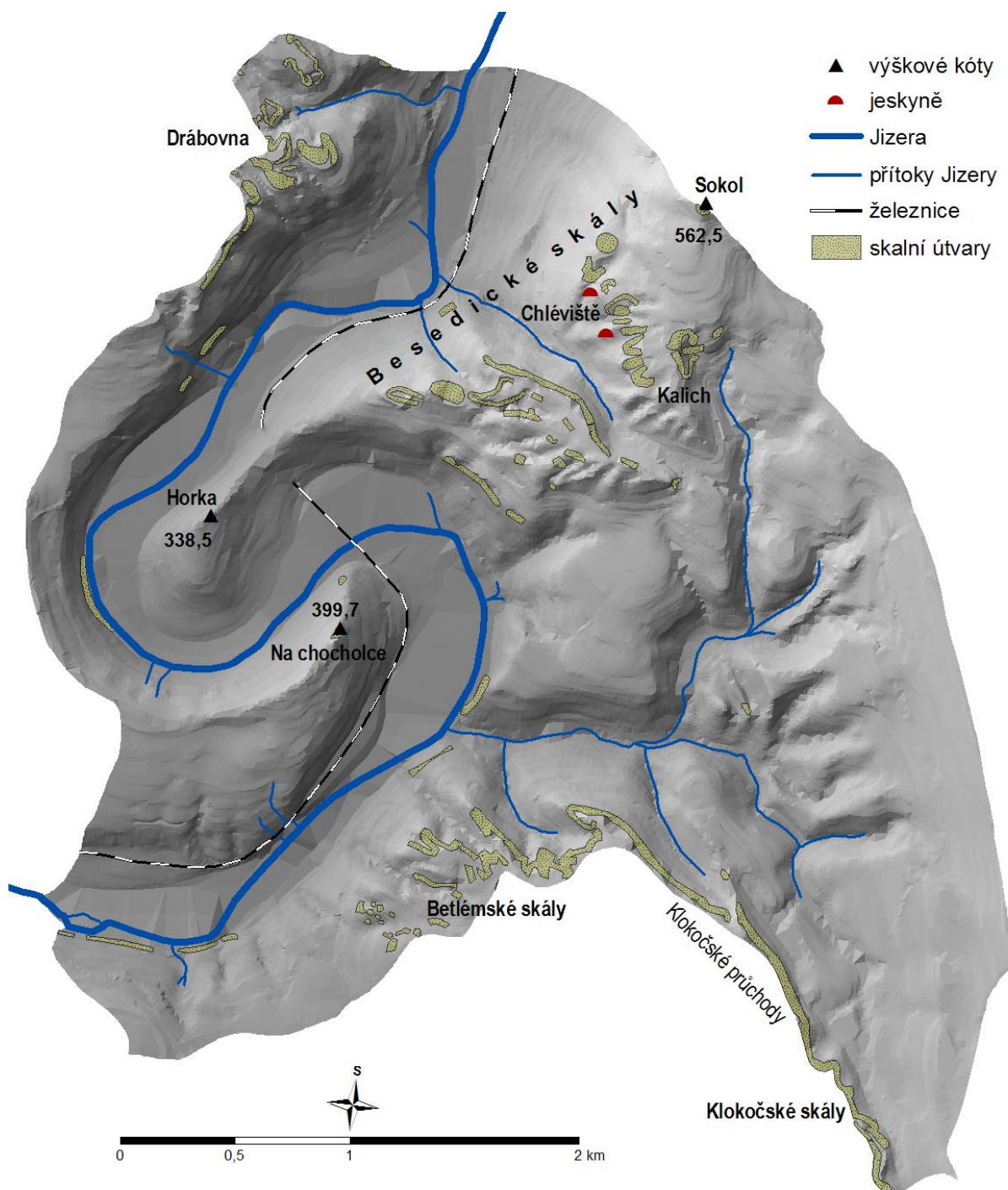
Typickými povrchovými mezoformami jsou různé typy skalních perforací, například skalní brány, skalní okna, skalní tunely nebo skalní mosty (Vítek 1979). Mezi povrchové mezoformy patří také skalní hříby nebo závrtý, které jsou častým jevem na hranách kuesty Klokočských skal.

Do povrchových mikroforem se řadí skalní dutinky a výklenky, skalní voštiny nebo různé druhy skalních škrápů, například žlábkové, jamkové, kuželové, stěnové nebo šlápotovité (Vítek 1979). Běžnými podzemními pseudokrasovými tvary, které se zde vyskytují, jsou různé velké jeskyně a propasti.

V Klokočských skalách se nachází více jak 300 jeskyní. Je zde možné najít zástupce všech jeskynních typů - puklinové, vrstevní, rozsedlinové, suťové, kombinované jeskyně a jeskynní výklenky. Mezi největší a nejznámější jeskyně Klokočských skal patří Postojná (neboli Amerika), Husova kazatelna a Jislova sluj. Žádná z těchto jeskyň se ale nenachází ve zkoumaném území. Jediné dvě pojmenované jeskyně ve zkoumané oblasti lze najít ve skalním bludišti Chléviště v besednických skalách. Jmenují se Jeskyně Matěje Krocínovského z Borku a Sluj exulanta Václava Sadovského ze Sloupna (Kopecký 2006).

4.1.4 Antropogenní tvary

Tyto tvary vznikají činností člověka a jsou výsledkem cílevědomého působení společnosti. Mezi nejvýznamnější tvary, které ve zkoumané oblasti vznikly lidským zásahem, patří tzv. technogenní tvary dopravní činnosti. Jsou to tvary reliéfu, které byly vytvořeny při výstavbě povrchové a podpovrchové dopravní sítě (Demek 1987). V tomto případě je zde vidět největší zásah do původního reliéfu v okolí železnice, která protíná celé údolí. Během budování železnice byly vytvořeny **náspy a průkopy**, které změnilы vzhled krajiny a především byl vybudován **tunel** zvaný pod Vrchůrou v obci Rakousy, který je dlouhý přibližně 300 m.



Mapa 5: **Model reliéfu**, 2012. zdroj dat. ČÚZK 2012, NG INSPIRE 2011c. vytvořeno: v ArcGIS 9.3, Lucie Vávrová

5 Půdní pokryv

Půdy tvoří nejsvrchnější vrstvu zemské kůry a jejich nejdůležitější vlastností je úrodnost, která zajišťuje vegetaci dostatečné množství živin a vláhy. Tato kapitola se zabývá popisem procesu vzniku půdy, jejich vlastností a charakterizuje půdní typy rozšířené ve zkoumaném území.

5.1 Vznik a vývoj půdy

Na vzniku půdy se podílí řada činitelů, nazývaných souhrnně jako **půdotvorní činitelé**, které mají přímý nebo nepřímý vliv na vznik a vývoj půdy. Vztahy mezi činiteli a tvorbou půdy jsou značně složité, jelikož působí současně více faktorů a podmínek půdotvorného procesu najednou (Němeček, aj. 2001).

Mezi nejdůležitějšího činitele patří **půdotvorný substrát**, někdy označován jako matečná hornina. Je to výchozí materiál, ze kterého se půdy vyvíjejí. Výchozím materiálem jsou pevné horniny, jejich zvětraliny, mořské a říční sedimenty, antropogenní uložení nebo i starší půdy. Půdotvorný substrát vzniká postupně z tohoto výchozího materiálu, kdy dochází k chemickému a fyzikálnímu rozrušení původní horniny. Dalšími půdotvornými procesy jako je humifikace, illimerizace nebo oglejení, vzniká samotná biologicky činná půda. Různou intenzitou těchto procesů dochází k diferenciaci půdního profilu. (Němeček, aj. 2001).

Dalším důležitým půdotvorným činitelem je **klima**, především teplota vzduchu, množství srážek spadlých na území a proudění vzduchu. Povrch půdy, zejména její barva, ovlivňuje množství odraženého slunečního záření, a tím se také mění množství tepla, které se v půdě přenáší do hlubších vrstev. Intenzitu slunečního záření ovlivňují také pokrývky půdy. Ve vegetačním období půdu zakrývá porost, a v zimních měsících naopak napadaný sníh. Srážky jsou pro půdy hlavním zdrojem vody. Voda v půdě umožňuje redukční procesy a pohyby složek půdní hmoty. Vysoká vlhkost půdy a malý obsah vzduchu zajišťují dobrou vertikální tepelnou vodivost půdy. Nevýhodou tohoto stavu půdy je rychlejší průběh promrzání půdy při ochlazení. Proudění vzduchu ovlivňuje hodnoty evapotranspirace půdy a také výskyt větrné eroze. Všechny tyto procesy ovlivňují směr, intenzitu a rychlost pochodů v půdě. Obecně platí, že půda se vyvíjí rychleji v teplejším a vlhčím počasí. Na teplotě a množství srážek během roku závisí, zda dochází k vynášení látek vztlínající vodou nebo k jejich vyluhování (Němeček, aj. 2001).

Podstatný vliv na vývoj půdy má také **vegetace** na jejím povrchu, která je hlavním zdrojem organické hmoty půdy. Vlastnosti půdy ovlivňuje především typ porostu, který ji pokrývá. Například lesní porosty vytvářejí méně kvalitní humus než stepní, popřípadě lesostepní porosty. **Organismy** žijící v půdě, nazývané souhrnně edafon, přetvářejí organickou hmotu půdy na humus. Mezi tyto organismy patří bakterie, aktinomycety, houby, řasy, půdní prvoci, nálevníci, červi, členovci, hlodavci a mnoho dalších. Kromě tvorby humusu plní i další funkce, jako například mísení půdní hmoty nebo se podílejí na infiltračních a retenčních vlastnostech půdy (Němeček, aj. 2001).

Tvar a sklon reliéfu je dalším faktorem ovlivňující vývoj půdy. Rozdílné podmínky pro vznik půdy působí v místech konkávních tvarů reliéfu, kde se hromadí transportovaná zemina a v místech konvexních tvarů reliéfu, kde dochází k povrchovému odtoku zmenšující vlhkost půdy a je to také místo v krajině, které je více náchylné k větrné erozi. Rychlost působení těchto procesů se zvětšuje spolu s vyšší sklonitostí terénu. Vliv na vývoj půdy má také orientace svahů ke světovým stranám, která způsobuje rozdílnou teplotu svahů (Němeček, aj. 2001).

Nezanedbatelný je také **vliv člověka**. Tento vliv se může rozdělit na pozitivní a negativní. Za pozitivní vliv člověka se považuje optimální způsob hospodaření a různá ochranná opatření, například přes degradaci půdy. Jako negativní vlivy se označuje kontaminace půdy cizorodými látkami, utužení půdy zemědělskými stroji, ztráta organické hmoty, acidifikace a také eroze půdy. Všechny tyto procesy vedou k již zmiňované degradaci půd. Vliv člověka se může dělit na přímý, kde je příkladem odvodnění půdy a nepřímý, což je například globální změna klimatu, která má dlouhodobý vliv na vývoj půdy (Němeček, aj. 2001).

Do půdotvorných činitelů se také někdy řadí **časové hledisko**. V časových intervalech působí různé faktory různě pronikavě, proto jsou jednotlivé půdotvorné procesy různé intenzity a vyvolávají rozdílné procesy. Starší půdy mají lépe vyhraněný půdní profil na rozdíl od půd relativně mladších. Půdotvorné procesy se mohou rozdělit na krátkodobé, například dojde-li k zamokření půdy a znaky oglejení je se projeví v krátké době. Relativně rychlý proces je také podzolizace na zrnitostně lehkých půdách. Naopak dlouhodobým procesem je illimerizace, kdy dochází k posunu jílnatých částic profilem. Dlouhá doba je také potřeba k vytvoření kvalitních a stabilních humusových látek (Němeček, aj. 2001).

5.2 Složky půdy

Složky půdy se mohou rozdělit na živé a neživé. Neživá složka půdy se může dále rozdělit na pevnou, kapalnou a plynnou (Kozák, aj. 2009). Pevná složka půdy je tvořená úlomky nerostů a hornin, dále pak částčky jílu, hlíny nebo písku. Je to složka anorganická, někdy také nazývána minerální. Naopak pevnou organickou složku, a zároveň neživou, tvoří zbytky odumřelých rostlin a živočichů v různém stupni rozkladu neboli humus. Kapalnou složku charakterizuje půdní voda s rozpuštěnými minerálními a organickými látkami, čímž vzniká půdní roztok. Plynnou složku půdy zastupuje hlavně dusík, kyslík a oxid uhličitý. Poslední živá složka půdy se nazývá edafon, což jsou půdní organismy a kořenové systémy vyšších rostlin. Podle velikosti se někdy edafon dělí na mikroedafon (mikroorganismy) a makroedafon (drobní živočichové) a podle původu je možné ho dělit na zooedafon (živočišný původ) a fytoedafon (rostlinný původ).

5.3 Půdotvorné procesy

Různé půdotvorné procesy, které v půdách probíhají, vedou ke vzniku odlišných půdních horizontů a významných znaků, které určují konkrétní typy půd. Mezi základní procesy patří **humifikace**, kdy dochází k přeměně surového odumřelého rostlinného a živočišného materiálu na stabilní humus. Dalším proces, který v půdě probíhá je **vnitropůdní zvětrávání**, kdy dochází k mechanickému rozpadu a chemické přeměně matečné horniny. Důležitý proces často probíhající v půdách je **eluvie**, což se může obecně popsat jako ochuzování důsledkem pohybu látek ze svrchního horizontu do spodnějších vrstev. Nejčastěji v půdě dochází k **illimerizaci** (posun jílnatých částic), **podzolizaci** (posun hliníku a železa) nebo **laterizaci** (posun kyseliny křemičité). Pojmem **iluvie** se rozumí opačný proces, kdy se určitá část půdního profilu obohacuje o částice, které byly odplaveny z vyšších vrstev. V půdách, které se vyskytují ve zkoumaném území, také často dochází k oglejení. Je to proces, kdy je periodicky půda převlhčována vodou a střídá se tak oxidace a redukce železa, což vede k vytvoření nápadných konkrecí, tzv. bročků (Němeček, aj. 2001).

5.4 Půdní profil

Půdním profilem se nazývá svislý řez půdou, ve kterém se dají rozlišit genetické půdní horizonty, což je vrstva půdy různé mocnosti, přibližně rovnoběžná s povrchem. **Nadložní horizont** („O“) tvoří nejsvrchnější část půdního profilu a vzniká akumulací organických látek, nedokonale smísených s minerálním podílem půdy. Níže se nachází **humusový horizont**

(„A“), který vzniká humifikací nahromaděných organických látek, které jsou již smíšený s minerálním podílem půdy. Pod ním se nachází **eluviální horizont** („E“), někdy také nazývaný světlý nebo vybělený, jelikož vzniká ochuzením (eluviací) o určité látky a tím dochází k zesvětlení horizontu. Pod tímto horizontem se vždy nachází **iluviální horizont** („B“), který je obohacen o přemístěné částice. Pokud tento horizont vzniká pomocí illimerizace, je vždy zrnitostně těžší než eluviální horizont. Do skupiny horizontů s označením „B“ patří také **kambický horizont**, který je utvořen především u kambzemí a vzniká pomocí vnitropůdního zvětrávání. Do stejné skupiny je možné zařadit i **mramorovaný horizont**, vytvořený u pseudogleí při procesu oglejení půdy. Nejspodněji se nachází půdotvorný substrát, označovaný jako horizont C, ze kterého se půda vyvíjí (Němeček, aj. 2001).

5.5 Vlastnosti půdy

Jednou z nejvýznamnějších půdních charakteristik je podle Němečka, aj. (2001) **zrnitost půdy**, nazývána také textura nebo půdní druh. Ovlivňuje fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půdy. Zrnitost je dána zastoupením jednotlivých velikostně rozdílných minerálních částic.

Půdy se skládají z tzv. jemnozeme, která obsahuje částice menší než 2 mm v průměru. Je to podstatná složka půdy, která ovlivňuje všechna její základní vlastnosti. Jemnozem se dále třídí na střední písek (2-0,25 mm), jemný písek (0,25-0,05 mm), hrubý prach (0,05-0,01 mm), střední a jemný prach, nazývaný silt (0,01-0,001 mm) a jíl (méně než 0,001 mm). Částice větší než 2 mm se označují jako skelet a může se dále dělit na hrubý písek (2-4 mm), šterk (4-30mm), kameny (více než 30 mm) a balvany, s průměrem více než 300 mm (Němeček, aj. 2001).

Půdy se dělí podle obsahu jemných částic menší než 0,01 mm na písčité (0-10 % jemných částic), hlinitopísčité (10-20 % jemných částic), písčitohlinité (20-30 % jemných částic), hlinité (30-45 % jemných částic), jílovitohlinité (45-60 % jemných částic) jílovité (60-75 % jemných částic) a jíl (více než 75 % jemných částic). Za lehké půdy se považují ty, co mají nízký obsah jemných částic (do 20 %), jako střední půdy se označují ty, které mají obsah jemných částic mezi 20 až 45 %. Půdy, které obsahují více než 45 % jemných částic, jsou zařazené mezi těžké (Němeček, aj. 2001).

Půdy zrnitostně lehké mají obecně nižší sorpci, hůře zadržují vodu, dobře ji ale infiltrují, jsou záhřevné a díky vysokému provzdušnění dochází k intenzivní mineralizaci půdní organické hmoty. Naopak půdy zrnitostně těžké mají vysokou sorpční schopnost, avšak někdy jsou vazby tak pevné, že jsou prvky v půdě obtížně rostlinám dostupné. V závislosti na vlhkosti mění svůj objem, buď bobtnají, nebo se smršťují (Němeček, aj. 2001).

Důležitým ukazatelem stavu půdního prostředí je také její kyselost neboli **půdní reakce**, vyjádřená hodnotou pH. Kyselost půdy ovlivňuje růst rostlin, složení mikrobiálních společenstev, dostupnost a rozpustnost prvků, humifikační proces, pedogenezi půd nebo pohyblivost těžkých kovů (Němeček, aj. 2001).

5.6 Klasifikace půd

Pro klasifikaci půd v České republice byl vytvořen **Taxonomický klasifikační systém půd**. Tento systém je založen na seskupování půd podle jejich geneze, podle vytvořených diagnostických znaků a horizontů a podle některých dalších charakteristik půd (Němeček, aj. 2001). Půdní typy jsou skupiny půd charakterizované obdobnými morfologickými a analytickými znaky, se stejným genetickým půdotvorným pochodem a určitou kombinací diagnostických horizontů. Půdní typy jsou začleněny do referenčních tříd půd, což jsou velké skupiny půd se stejnými rysy geneze a používají se především v zahraničních klasifikačních systémech. Jejich názvy mají koncovku -sol a v běžné praxi se v České republice nepoužívají. Proto nebudou tyto referenční třídy dále popisovány. Následující klasifikace popisuje půdní typy, respektive subtypy, které se nacházejí ve zkoumaném povodí údolí Jizery.

Fluvizem je půdní typ, který je rozšířen především v nížinách. Vyplňuje plochá dna říčních údolí, především podél větších toků. Fluvizem je vývojově velmi mladá půda. Původními porosty byly lužní lesy a druhotnými údolní louky. Půdotvorným substrátem jsou nivní uloženiny. Půdotvorný proces je často periodicky přerušován akumulací činností vodního toku při záplavách, kdy se na vytvářející půdu ukládá nový nános prohumózněného materiálu. Charakteristika ukládaného materiálu ovlivňuje ve výsledku vlastnosti fluvizemě, jako je zrnitost nebo obsah karbonátů. Akumulační činnost vytvořila v půdním profilu patrnou vrstevnatost a nepravidelné rozložení organické hmoty s vyšším obsahem i ve spodních vrstvách. Fluvizem obsahuje nevýrazný humusový horizont, který difuzně přechází přímo v půdotvorný substrát, vytvořený z naplaveného materiálu. Profil bývá hluboký a barva celého profilu je většinou hnědá až hnědošedá. Zrnitost půdy závisí na rychlosti toku a na

vzdálenosti od řečiště. Fluvizem není obvykle ovlivňována nadbytečnou vlhkostí, obsah humusu je střední a jeho složení relativně příznivé. Reakce půdy je většinou slabě kyselá až neutrální a sorpční vlastnosti jsou dobré. Fluvizem není vhodná pro zemědělské využití, jelikož může docházet k zaplavování, způsobující odnos rizikových látek do vodních toků a znečištění podzemní vody (Němeček, aj. 2001).

- *Fluvizem oglejená* (FLg) je modifikací, která obsahuje ve svrchní části profilu středně výrazné redoximorfnní znaky.

Hnědozem se řadí mezi zemědělsky velice hodnotné půdy. Vyskytuje se v nižším stupni pahorkatin nebo v okrajových částech nížin (200–450 m n. m.) na plošinách nebo mírně zvlněném reliéfu. Hnědozem se vyvíjela pod původními doubravovými lesy. Půdotvorným substrátem je obvykle spraš, sprašová hlína nebo smíšená svahovina. Hlavním půdotvorným procesem je illimerizace. Pod humusovým horizontem se nachází zesvětlený eluviální horizont. Pod ním se může nacházet hnědý iluviální horizont, obohacený o nejmenší jílovou frakci. Tento horizont je v porovnání s eluviálním zrnitostně těžší, má jinou barvu a také strukturu. Nejspodněji se nachází samotný půdotvorný substrát. Složení humusu je u hnědozemě příznivé. Zhoršené jsou sorpční vlastnosti a půdní reakce bývá slabě kyselá. Hnědozem také bývá často ohrožená vodní erozí (Němeček, aj. 2001).

- *Hnědozem oglejená* (HNg) je modifikací, která obsahuje redoximorfnní znaky do hloubky 0,6 m, především v iluviálním horizontu.
- *Hnědozem modální* (HNm) je modifikací, která charakterizuje půdy vyvinuté ze spraší, prachovic, nebo polygenetických hlín, které jsou zrnitostně středně těžké.

Kambizem patří mezi půdy střední a nižší kvality. V České republice je to nejrozšířenější půdní typ. Kambizem se vyskytuje v pahorkatinách, vrchovinách i horách (450–800 m n. m.). Většinou se nachází na svazích, hřebetech, vrcholech apod. Vyvinula na původních listnatých a smíšených lesech. Půdotvorným substrátem můžou být téměř všechny skalní horniny, například žuly, čediče, pískovce nebo břidlice. Hlavním půdotvorným procesem je intenzivní vnitropůdní zvětrávání, kdy dochází k hnědnutí horizontu důsledkem uvolňování železa a hliníku z krystalických mřížek minerálů. Probíhá zde i proces tvorby a přeměny jílu. Vývoj kambizemě je také doprovázen pomalým vyluhováním a acidifikací. Pod humusovým horizontem leží rezivohnědě zbarvený kambický horizont a ještě níže se nachází

světleji zabarvená a méně zvětralá hornina. Nevýhodou kambizemě bývá obvykle malá mocnost půdního profilu a vyšší obsah skeletu. Zrnitost se mění v závislosti na charakteru matečné horniny. Půdní reakce bývá slabě kyselá až kyselá, sorpční vlastnosti závisejí na obsahu humusu a zrnitosti půdy (Němeček, aj. 2001).

- *Kambizem oglejená* (KAg) je modifikací, která má v kambickém horizontu středně výrazné znaky mramorování.
- *Kambozem modální* (KAm) je modifikací, která je vyvinutá za zrnitostně těžších a lehčích středních substrátů.
- *Kambizem arenická* (KAr) je modifikací, která je zrnitostně lehká.
- *Kambizem rankerová* (KAs) je modifikací, která je složena ze silně skeletovitých svahovin, obsahujících více jak 50 % skeletu.

Koluvizem je typ půdy, která vzniká akumulací sedimentů ve spodních částech svahů a terénních depresích. Vyskytuje se v místech kde se členitým terénem a půda zde není chráněna před účinky eroze. Půdní profil se podobá fluvizemi, liší se ale mocností akumulovaného humusového horizontu, která musí být větší než 0,25 cm. Zrnitost a reakce půdy kolísá, sorpční vlastnosti jsou dobré. Tento typ půdy nebyl doposud zmapován, pouze jako přechodný, kombinovaný spolu s jiným typem půdy (Němeček, aj. 2001).

- *Koluvizem modální* (Kom) je modifikací, která je zrnitostně středně těžká.

Kryptopodzol se vytváří v horských podmínkách, nejčastěji nad 800 m n. m., ale vyskytují se i na píscích v nižších polohách. Půdotvorným substrátem jsou většinou zvětraliny kyselých hornin. Vznikají pod kyselými horskými bučinami nebo smrčínami, v chladném a vlhkém podnebí. Hlavním půdotvorným procesem je intenzivní vnitropůdní zvětrávání, doprovázené uvolňováním oxidů železa a hliníku. Humusový horizont je u lesnický využívaných půd mělký, ale překrytý relativně mocnou vrstvou surového humusu. Pod tímto horizontem leží žlutorezivý spodický horizont, zbarvený volnými oxidy železa. Ještě níže se nachází půdotvorný substrát. Nepříznivým faktorem je vysoká acidita půdy, výrazná skeletovitost a malá mocnost půdního profilu. Obsah humusu je vysoký, ale nemá příznivé složení (Němeček, aj. 2001).

- *Kryptopodzol arenický* (KPr) je modifikací, která je tvořena z písků a zároveň v nižších polohách.

Livizem se vyvinula ve středních výškových polohách, především v pahorkatinách a vrchovinách. Vznikala pod kyselými doubravami a bučinami. Půdotvorným substrátem jsou nejčastěji sprašové hlíny, středně těžké glaciální sedimenty nebo smíšené svahoviny. Hlavním půdotvorným procesem je illimerizace. Pod humusovým horizontem vzniká několik decimetrů mocný vybělený eluviální horizont s deskovitou strukturou. Ten postupně přechází v rezivohnědý iluviální horizont prizmatické struktury, který zasahuje až do půdotvorného substrátu. Luvizem je zrnitostně převážně středně těžká, obsah humusu je střední a jeho kvalita je méně příznivá. Půdní reakce je obvykle kyselá, sorpční vlastnosti jsou méně příznivé. Vyznačuje se hlubokým profilem, nízkým obsahem skeletu a má sklon k občasnému převlhčení (Němeček, aj. 2001).

- *Luvizem oglejená* (LUg) je modifikací, které se v eluviálním horizontu vytvářejí bročky a v iluviálním horizontu má středně výrazné znaky mramorování.

Pelozem je půdní typ zrnitostně velmi těžký. Půdotvorným substrátem jsou křídové slínovce a jílovce. Vyskytuje se spíše v mělce zvlněném terénu. Původními porosty byly především dubohabrové háje. Hlavní půdotvorný proces je humifikace, vnitropůdní zvětrávání a tvorba kambického pelického horizontu. Humusový horizont je středně hluboký a může být tmavěji zbarven. Pod ním se nachází nevýrazně vytvořený kambický horizont, který přechází do půdotvorného substrátu. Pelozem má vysokou sorpční schopnost díky velkému obsahu jílovitých částic (Němeček, aj. 2001).

- *Pelozem oglejená* (PEg) je modifikací, která má v pelickém horizontu výrazné redoximorfnní znaky způsobené periodickým převlhčením.

Pseudoglej patří mezi méně úrodné půdy. Vyvinul se pod kyselými doubravami a bučinami. Nachází se ve středních výškových polohách, obvykle na plošinách nebo v depresích. Půdotvorným substrátem jsou nejčastěji sprašové hlíny, hlinité a jílovité ledovcové uloženiny, smíšené svahoviny, jíly nebo odvápněné slínovce. Pod humusovým horizontem se nachází vybělený horizont s tmavými bročky. Pseudoglej vyvinutý ze zrnitostně těžších substrátů tento horizont nemá. Pro pseudoglej je typické periodické provlhčení půdního profilu. Kvůli tomu je pod humusovým horizontem v jeho profilu vyvinut

výrazný redoximorfnní mramorový horizont. Půdní reakce je většinou kyselá až silně kyselá, sorpční vlastnosti jsou značně nepříznivé. Díky výraznému oglejení, způsobující sezónní převlhčování povrchových horizontů, je v půdě nedostatek vzduchu (Němeček, aj. 2001).

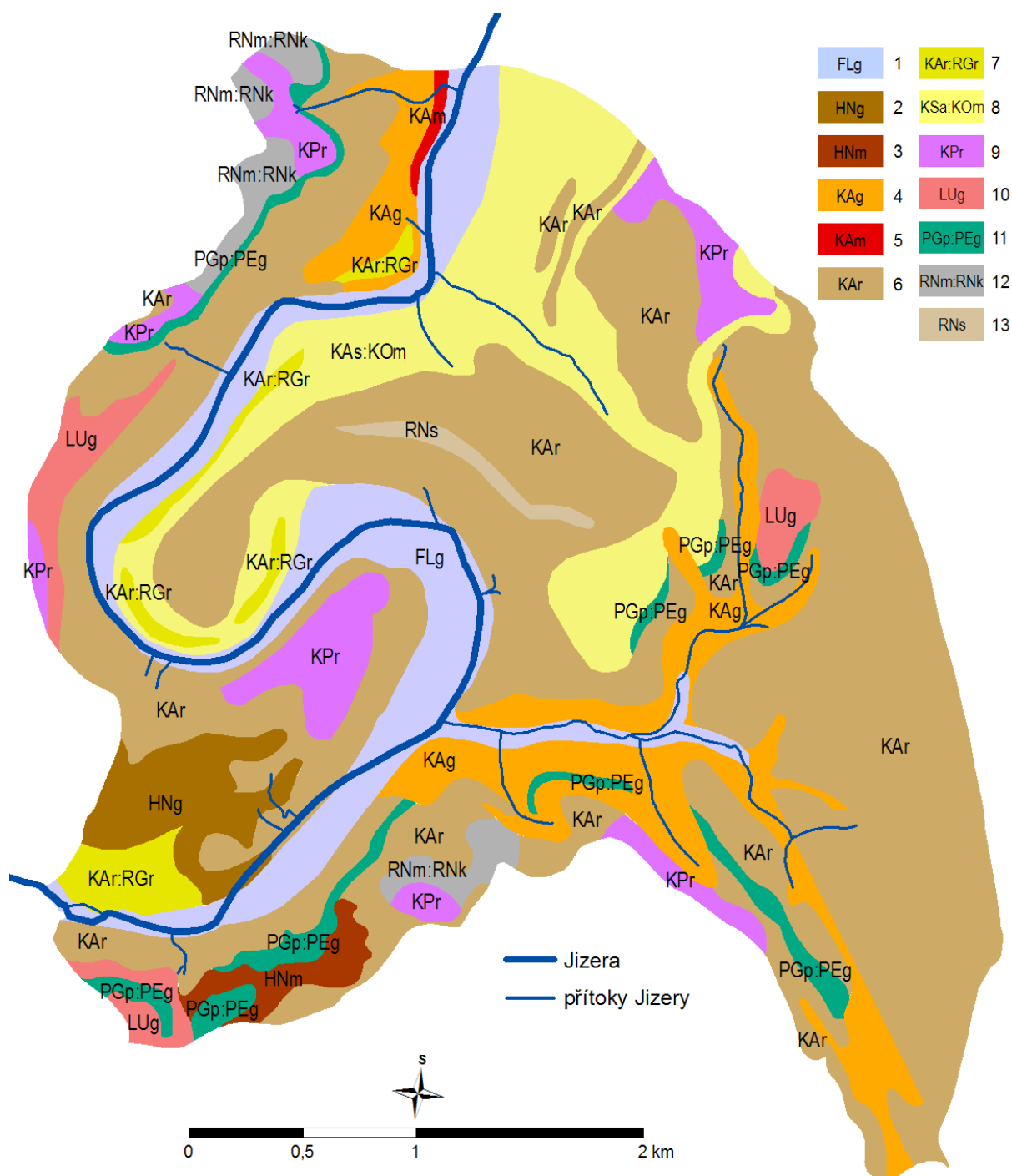
- *Pseudoglej pelický* (PGp) je modifikací, která má mramorovaný horizont a je alespoň v části zrnitostně těžký až velmi těžký.

Ranker je slabě vyvinutá půda, jelikož je v počátečním vývoji. Vyskytuje se ve členitém reliéfu středních a vyšších poloh, na příkrých svazích a jejich úpatí. Půdotvorným substrátem jsou kamenitá až balvanovitá deluvia nekarbonátových hornin. Půdní vegetací jsou především suťové lesy na svazích. Hlavním půdotvorným pochodem je výrazná humifikace. Půdní profil je utvořen mocným humusovým horizontem, který přechází přímo do půdního substrátu, tvořeného rozpadlou přemístěnou horninou s obsahem skeletu vyšším než 50 %. Ranker je díky vysokému obsahu skeletu výhradně lesní půdou (Němeček, aj. 2001).

- *Ranker kambický* (RNk) je modifikací, která má pod humusovým horizontem vytvořený hnědý kambický horizont.
- *Ranker modální* (RNm) je modifikací, která má hodnotu nasycenosti sorpčního komplexu u lesních půd více než 20 % a u zemědělsky využívaných půd více jak 30 %.
- *Ranker suťový* (RNs) je modifikací, která je vytvořen na suti o mocnosti nad 0,5 m, s obsahem skeletu více než 80 %.

Regozem je půdní typ, který je rozšířený především v nižších polohách. Půdotvorným substrátem jsou extrémně minerálně chudé, písčité sedimenty. Její vývoj není téměř závislý na klimatu. Původním rostlinným pokryvem byly chudé borové lesy. Je vytvořena převážně na rovinném reliéfu. Hlavním půdotvorným procesem je slabá humifikace, která probíhá v nejsvrchnější části půdního profilu. Regozem má vytvořen mělký humusový horizont, který ostře přechází v půdotvorný substrát. Je to půda s nízkou přirozenou úrodností, a řadí se mezi slabě vyvinuté půdy (Němeček, aj. 2001).

- *Regozem arenická* (RGr) je modifikací, která má je zrnitostně lehká.



Mapa 6: **Půdní pokryv**, 2012. zdroj dat: AOPK ČR 2005, vytvořeno: v ArcGIS 9.3, Lucie Vávrová

1 - fluvizem glejová, 2 - hnědozem oglejená, 3 - hnědozem modální, 4 - kambizem oglejená,
 5 - kambizem modální, 6 - kambozem arenická, 7 - kambizem arenická / regozem arenická,
 8 - kambizem rankerová / koluvizem modální, 9 - kryptopodzol arenický, 10 - luvizem oglejená,
 11 - pseudoglej pelický / pelozem oglejená, 12 - ranker modální / ranker kambický, 13 - ranker suťový

6 Hydrologie

Jak již bylo uvedeno, zkoumané údolí Jizery mezi Malou Skálou a Turnovem, je vymezeno jako část povodí s číslem hydrologického pořadí 1-05-02-005, podle klasifikace Vlčka (1984). Řeka Jizera, která je v tomto dílčím povodí hlavním tokem, náleží do povodí Labe patřící k úmoří Severního moře.

6.1 Povrchová voda

Jediným významným tokem, který zde protéká, je **řeka Jizera**. Jizera pramení v polské části Jizerských hor přibližně 1,5 km za státní hranicí, v nadmořské výšce 885 m. Z Jizerských hor protéká do západní části Krkonoš, dále teče přes Krkonošské podhůří a za Ještědsko-Kozákovským hřbetem vtéká na území České tabule. Řeka je pravostranným přítokem Labe, do kterého se vlévá v Lázních Toušeň v nadmořské výšce 169 m a její průměrný průtok u ústí je $23,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Délka Jizery na území naší republiky je 163,9 km a plocha povodí je velká $2\,193,4 \text{ km}^2$ (Vlček 1984).

Její pravostranným přítokem je Jizerka, Hrádecký potok, Honkův potok, Jílovecký potok, Kamenice, Žernovník, Huntířovský potok, Vranský potok, Frýdštejnský potok, Vazovecký potok, Odolenovický potok, Čtveřinský potok, Přišovka, Pěničinský potok, Mohelka, Zábrdka, Bělá, Čistý potok, Dalovický potok, Strenický potok, Bezenský potok a Zdětínský potok, levostranným přítokem je Velká Mumlava, Huťský potok, Františkovský potok, Vejpálický potok, Roudnický potok, Jizerka, Olšina, Oleška, Chuchelenský potok, Mlýnský potok, Zbytský potok, Stebenka, Libuňka, Modřišický potok, Žehrovka, Nedbalka, Veselka, Kněžmostka a Klenice. Uvedené přítoky patří mezi nejdelší, s minimální délkou 2 km. Největší města, kterými Jizera protéká, jsou Semily, Železný Brod, Turnov, Mnichovo Hradiště a Mladá Boleslav (Mackovčin, aj. 2002).

Jizera je napájena vodou, která spadne v podobě srážek v Jizerských horách, což je místo postihované srážkami relativně více než jiná pohoří v republice. Nejbližší vodoměrná stanice ke zkoumanému území se nachází v Železném Brodu. Naměřený průměrný průtok za období 1931-1970 zde má hodnotu $16,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Během roku velikost dlouhodobého průměrného průtoku velmi kolísá. Největší průtok je možný naměřit v dubnu, kdy dosahuje až $35 \text{ m}^3/\text{s}$, a naopak nejmenší průtok má Jizera v září, přibližně $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Kulminační průtok, který se opakuje jednou za rok je $170 \text{ m}^3/\text{s}$, kulminační průtok opakující se jednou za 10 let je $360 \text{ m}^3/\text{s}$ a opakující se jednou za 100 let má hodnotu $676 \text{ m}^3/\text{s}$ (HMÚ 1970).

V závislosti na průtoku se také mění vodní stav řeky Jizery, který se v průběhu roku pohybuje mezi jedním až dvěma metry. Během roku dochází s přibližnou pravidelností ke kolísání těchto veličin. Typické jsou jarní povodně, se zvýšeným průtokem a vodní hladinou, způsobené táním sněhové pokrývky v horské oblasti povodí Jizery. Naopak v podzimním období je vodní stav a tím i průtok velmi malý. Nastat mohou i náhlé změny vodnosti toku, důsledkem přívalových dešťů nebo krátkodobého intenzivního tání sněhu. Při této situaci se vodní stav řeky výrazně zvýší, a může dojít k vylití řeky z jejího koryta a k zaplavení údolí Jizery (VÚVTGM 2012).

Spád řeky Jizery je odvozen od rozdílu nadmořské výšky v místě jejího pramene a u ústí do řeky Labe. Tento rozdíl má hodnotu přibližně 716 výškových metrů. Při poměru s její celkovou délkou, která má hodnotu 167,1 km, se vypočítá sklon Jizery, který je v průměru 4,2 m na 1 km. Ve skutečnosti je ale nevyšší sklon na horním toku Jizery a postupně, s nadmořskou výškou sklon klesá, jako u většiny vodních toků. Sklon řeky Jizery ve zkoumaném území je přibližně 1,4 m na 1 km (VÚVTGM 2012).

Tabulka 3: Základní údaje řeky Jizery, 2012 (ČHMÚ 2012, HMÚ 1970)

Charakteristika toku	Jizera - celá	Jizera - ve zkoumaném území
délka	167,1 km	8,5 km (přibližně 91-82 říční km)
velikost povodí	2 193,4 km ² (1-05-02)	13,45 km ² (část 1-05-02-005)
nadmořská výška	885-169 m	260-248 m
průměrný sklon	4,2 m/km	1,4 m/km
Hodnoty naměřené ve vodoměrné stanici Železný Brod za období 1931-1970		
nula na vodočtu	v 275,6 m n. m.	
říční kilometr	99,1	
průměrný roční průtok	16,4 m ³ /s	
N-leté průtoky (m ³ /s)	Q ₁ = 170, Q ₅ = 294, Q ₁₀ = 360, Q ₅₀ = 570, Q ₁₀₀ = 676	
průměrný roční vodní stav	140 cm	
nejvyšší zaznamenaný stav	534 cm (9. 8. 1978)	

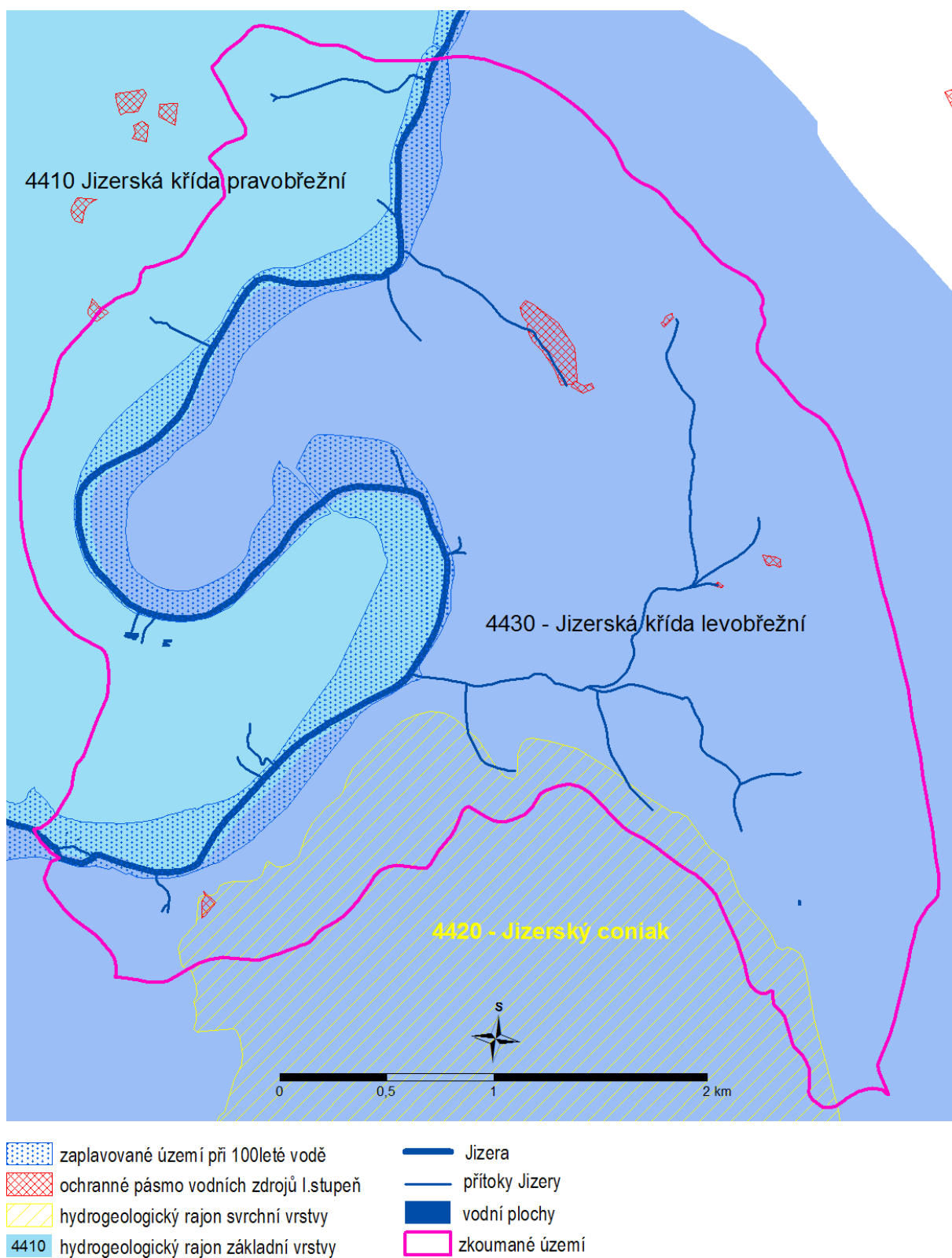
Jizera také patří k nejčistším řekám v České republice. Přibližně první třetina toku Jizery se může označit jako neznečištěná. Dále je tok označen jako mírně znečištěný. Průměrná roční teplota vody v Jizeře je okolo 8 °C a rozdíly teploty vody během dne a noci se mění přibližně o 1 °C. Jizera je významná především jako zdroj pitné vody a tato pstruhová řeka má také velké vodácké využití (ČHMÚ 2012).

Ve zkoumaném údolí Jizery se nenachází žádný významný větší přítok Jizery, který by měl pojmenování. Říční síť je zde poměrně řídká a typem se nejvíce podobá pravoúhlé říční síti. Půdorysný tvar sítě je podmíněn především geologickou stavbou, kde toky sledují směr vytvořených zlomů v tektonicky porušeném podloží. Říční síť je také ve zkoumaném území asymetrická. Více přítoků, které jsou zároveň delší, Jizera přijímá z pravé strany břehu, což je opět podmíněno geologickou stavbou území. V území se nachází naprosto zanedbatelné množství vodních ploch (VÚVTGM 2012).

6.2 Podzemní voda

Hydrogeologické podmínky ve zkoumaném území jsou ovlivněny především geologickou stavbou a složením hornin, které budují území. Zkoumané území patří do hydrogeologického základního rajonu Jizerská křída levobřežní a Jizerská křída pravobřežní. Dělicí linií těchto dvou rajonů je pochopitelně řeka Jizera. Do jižní části zkoumaného území také zasahuje svrchní rajon Jizerský coniak a celé území je pak součástí hlubinného rajonu Bazální křídový kolektor na Jizeře. Pískovce, které tvoří většinu zkoumaného území, jsou dobře puklinově a průlinově propustné. Bazální kolektor je vyvinut v pískovcích a slepencích cenomanského perucko-korycanského souvrství v širokém prostoru centrální části české křídové pánve a jeho mocnost je v této okrajové části až 100 m. (Mackovčín, aj. 2002).

Celá zkoumaná oblast je významnou zásobárnou především průlinových podzemních vod, proto je také součástí **Chráněné oblasti přirozené akumulace vod Severočeská křída**. Tato oblast byla stanovena nařízením vlády v roce 1981, jako ostatní CHOPAV v České republice. Je to území, které pro své přírodní podmínky tvoří významnou přirozenou akumulaci povrchových a podzemních vod. Tyto zdroje vody je nutné chránit pro další využití, zejména jako zdroje pitné vody, jelikož mohou být snadno ohroženy nebo znečištěny (Mackovčín, aj. 2002).



Mapa 7: **Vodohospodářská charakteristika**, 2012. zdroj dat: *VÚVTGM 2011, ČÚZK 1998*. vytvořeno: v ArcGIS 9.3, *Lucie Vávrová*

7 Klimatologie

Zkoumané území se nachází na rozhraní vlivu Atlantského oceánu na západě a rozsáhlého kontinentu na východě a stejně jako celá Česká republika je součástí mírně vlhkého klimatického pásu mírných šířek s převládajícím západním prouděním vzduchu. S tím také souvisí periodická změna podnebí během roku, kdy se v této oblasti vystřídají čtyři roční období. (Mackovčín, aj. 2002).

V průměru nejvyšší **teploty vzduchu** jsou zde naměřeny v červenci a nejnižší naopak v lednu. Průměrná roční teplota vzduchu je okolo 8 °C. Obdobně je proměnlivá hodnota, která udává průměrný **úhrn srážek**. Nejvíce jich napadne ke konci léta a nejméně srážek je vždy očekáváno na začátku jara. Průměrný roční srážkový úhrn je v této oblasti okolo 700 mm. Průměrná relativní vlhkost vzduchu je okolo 80 % a průměrná roční **rychlost větru** se pohybuje mezi 2 až 3 m/s. Rychlost proudění vzduchu v údolí Jizery ovlivněno především nadmořskou výškou. Místa, která jsou položena nejvýše, například vrchol Sokol, Horka nebo Na chocholce, postihuje rychlejší proudění vzduchu než níže položené údolí. Vliv na klima v oblasti má také **orientace svahů** vůči světovým stranám, která způsobuje výrazné rozdíly v množství přijímané sluneční energie. V údolí Jizery se vytvořilo specifické mikroklima, které je způsobeno lokálními rozdíly v teplotě, vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu v porovnání s okolními kopci. Klimatické podmínky údolí Jizery jsou proto příznivé pro vlhkomilnou a chladnomilnou vegetaci (Kolektiv autorů 2007).

Znečištění ovzduší je v této oblasti minimálně ovlivňováno průmyslovou výrobou. Ve zkoumané oblasti nejsou hlášeny do Informačního systému technické ochrany životního prostředí žádné stacionární zdroje znečištění. Mobilní zdroj znečištění ovzduší představují zejména silniční motorová vozidla na rychlostní silnici R10, vedoucí přes Malou Skálu dále do Turnova v západním okraji zkoumané oblasti. Druhým mobilním zdrojem znečištění jsou železniční kolejová vozidla jezdící po trati, která vede přes Turnov a Malou Skálu a protíná celé zkoumané údolí Jizery. Zdroje znečištění také představují lokální topeniště ve vesnicích, která zhoršují ovzduší především v zimních měsících. I přesto lze oblast charakterizovat jako málo znečištěnou, kde nejsou překročeny žádné limity měřených látek v ovzduší (ČHMÚ 2012).

Zkoumanou oblast je také možné výstižně charakterizovat pomocí klimatických oblastí, které byly stanoveny a popsány v **Quittově klasifikačním systému** (Quitt 1971). Klimatická regionalizace byla zpracována pro území bývalé ČSSR a hlavním úkolem bylo vytvořit

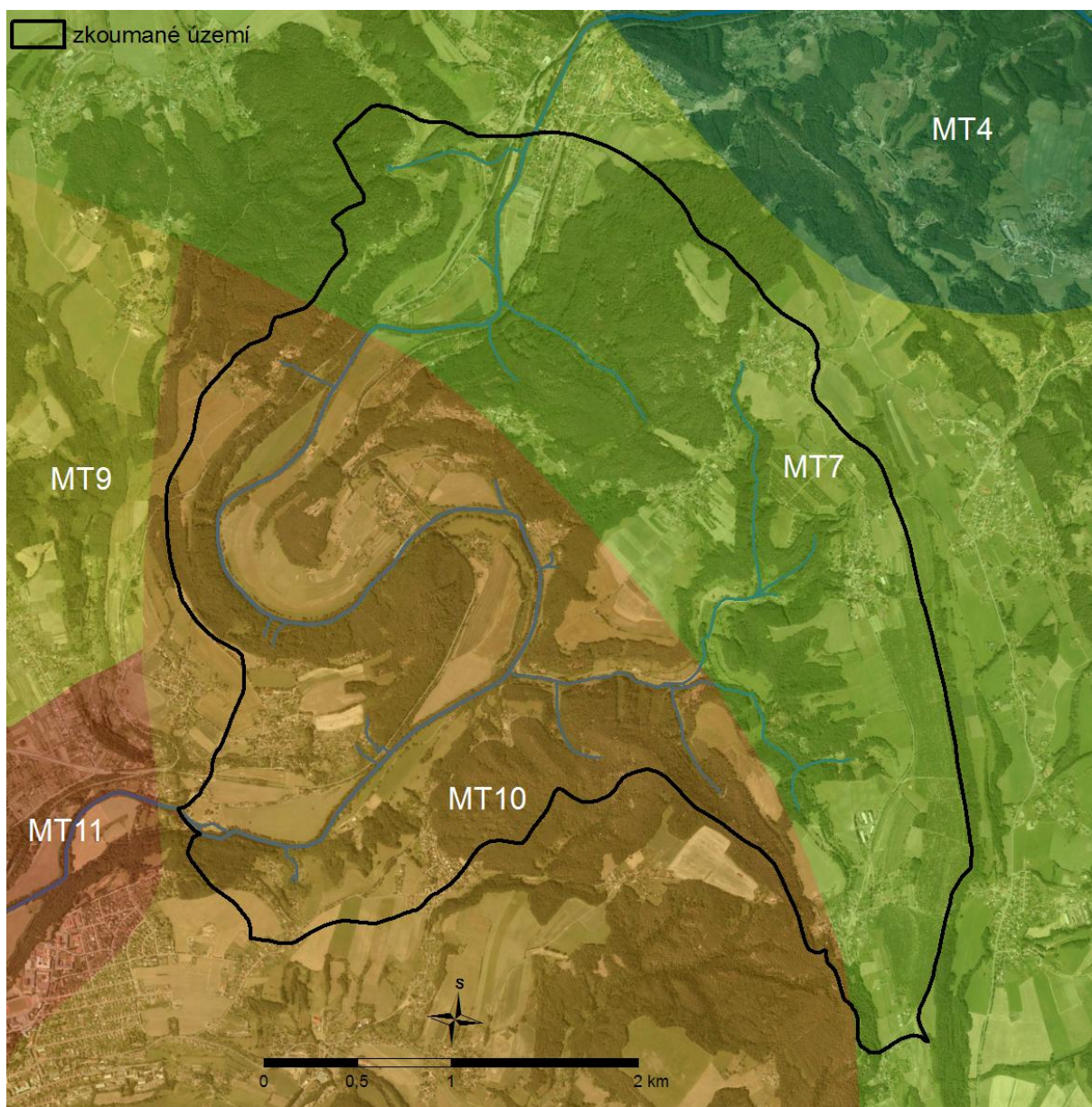
přehledné a systematické znázornění výsledků klimatologické analýzy meteorologických pozorování. Při zohlednění vlastností atmosféry, je zřejmé, že hranice jednotlivých oblastí nemohou být přesné určeny, jako například při určování povodí.

V České republice je možné rozlišit 23 jednotek, které jsou dále rozděleny do tří oblastí - teplá, mírně teplá a chladná. Každá jednotka je definovaná pomocí různých kombinací hodnot čtrnácti klimatologických charakteristik. Mezi charakteristiky, poskytující údaje o teplotě vzduchu patří průměrná teplota vzduchu v měsících leden, duben, červenec a říjen, dále se udávají počty letních dnů, dnů s teplotou 10 °C a více, mrazových dnů a ledových dnů. Další charakteristika obsahuje srážkové poměry - počet dnů se srážkami 1 mm a více, srážkový úhrn ve vegetačním a zimním období a počet dnů se sněhovou pokrývkou. Ostatní charakteristiky reprezentují údaje o počtu jasných a zamračených dnů. Tyto údaje mohou poskytovat informace o přibližné délce vegetačního, zimního nebo přechodného období, o charakteru rozložení srážek během roku nebo informace o délce všeobecně zhoršeného počasí, popřípadě dává informace o délce období s příjemnou letní nebo zimní rekreací (Quitt 1971).

Tabulka 4: **Charakteristika vybraných klimatických jednotek, 2012 (Quitt 1971)**

klimatická oblast	MT4	MT7	MT9	MT10	MT11
průměrná teplota v lednu (°C)	-2 až -3		-3 až -4	-2 až -3	
průměrná teplota v dubnu (°C)	6- 7			7-8	
průměrná teplota v červenci (°C)	16-17		17-18		
průměrná teplota v říjnu (°C)	6-7	7-8			
počet letních dnů (25 °C a více)	20-30	30-40	40-50		
počet dní s teplotou 10 °C a více	140-160				
počet mrazových dnů (min. pod 0,1 °C)	110-130				
počet ledových dní (max. do 0,1 °C)	40-50		30-40		
počet dnů se srážkami 1 mm a více	110-120	100-120			90-100
srážkový úhrn ve vegetačním období (mm)	350-450	400-450			350-400
srážkový úhrn v zimním období	250-300			200-250	
počet dnů se sněhovou pokrývkou	60-80			50-60	
počet zamračených dnů	150-160	120-150			
počet jasných dnů	40-50				

Zkoumané území v povodí Jizery se nachází na rozhraní dvou klimatických jednotek. Na severovýchodní části území se rozkládá klimatická jednotka s označením **MT7** a směrem na jihozápad přechází v jednotku s označením **MT10**. V těsné blízkosti zkoumaného území se vyskytují jednotky označené MT4, MT9 a MT11, které toto území také ovlivňují. Všechny tyto klimatické jednotky patří do mírně teplé oblasti. Jednotka MT11 je charakterizována jako nejteplejší a nejsušší, naopak jednotka MT4 je považována za nejchladnější a nejvlhčí (Quitt 1971).



Mapa 8: **Klimatické oblasti**, 2012. zdroj dat: *tematický obsah Quitt 1971, topografický podklad NG INSPIRE 2011b*. vytvořeno: v ArcGIS 9.3, Lucie Vávrová

8 Biota

Při členění zkoumané oblasti z hlediska rámcové krajinné typologie je většina území využívána jako **lesozemědělská krajina**, jejíž vnitřní struktura je heterogenní. Může se nazvat jako přechodový krajinný typ, charakteristický střídáním lesních a nelesních stanovišť. Zastoupení ploch porostlých dřevinnou vegetací kolísá mezi 10 % až 70 %. Taková krajina má charakter převážně polootevřený. Jako **lesní krajina** je určena menší oblast v severozápadní části území. Toto území je lidskými zásahy málo pozměněné. Lesní krajina je charakteristická velkou převahou lesních porostů, nejméně 70 % plochy, a má pohledově uzavřený charakter. **Urbanizovaná krajina** se nachází v okolí Turnova a je to území člověkem nejintenzivněji ovlivněné. V takové krajině převažují budovy, zpevněné plochy a otevřené technologie (Löw, aj 2005).

Jelikož má celé zkoumané území nízkou hustotu osídlení, mohlo se zde vytvořit a dochovat mnoho přírodních stanovišť, což je prostředí přirozeného výskytu rostlin a živočichů. Po celé délce toku Jizery se vyskytuje **makrofytní vegetace vodních toků**. Jsou to jednovrstevné až dvouvrstevné, druhově chudé porosty ponořených nebo vzplývavých vodních rostlin kořenujících na dně řeky. Reliéf břehu, charakter říčního koryta a síla vodního proudu do značné míry určuje druhové složení porostů. V kamenitém korytu Jizery se vyskytuje jen několik druhů, které jsou velmi odolné vůči proudící vodě. Patří k nim například lakušník vzplývavý, stolítek střídavolistý a některé vodní mechorosty a řasy (Chytrý 2001).

Na některých místech se vyskytují **stanoviště štěrkových náplav**, které vznikly na břehu Jizery v místech, kde řeka meandruje a vytváří tak břehové lavice nebo menší ostrůvky z usazeného materiálu. Tyto mladé náplavy jsou zatím bez vegetace (Chytrý 2001).

Některé úseky břehu Jizery jsou lemované vrbovými křovinami. Jsou to **porosty keřových vrb**, více nebo méně zapojené, s dominancí vrby trojmužné nebo vrby křehké. Vyznačují se různorodým bylinným patrem, je zde také přítomna olše lepkavá a celková výška porostů může být až 10 m (Chytrý 2001).

Místa, kde se nacházejí skalní útvary, jsou vymezena jako **stanoviště skal a drolin**. Je to bezlesá oblast s výskytem rostlin, které jsou schopny růst ve štěrbinách skal a balvanů. Rozšířené jsou zde některé druhy kapradin, mezofilní křoviny, suché trávníky, mechorosty nebo lišejníky (Chytrý 2001).

V území jsou hojně rozšířené **stanoviště mezofilních ovsíkových luk**. Jsou to typické travní porosty nížin a pahorkatin, kde je dominantní ovsík vyvýšený. Z dalších druhů trav jsou zde hojně širokolisté, na živiny náročné byliny, například kakost luční, bolševník obecný nebo jetel luční (Chytrý 2001).

V případě **lesních porostů** zde převažují stanoviště bučin. V území se střídá několik typů bučin, například květnaté, vápnomilné nebo acidofilní. Ve všech těchto lesech dominuje buk lesní, s příměsí dalších mezofilních listnáčů a v menší míře i jehličnanů, nejvíce smrků a borovic. V bylinném patře dominují rostliny, které dobře snášejí stín. V blízkosti Jizery se vyskytují spíše lužní lesy, kde převládají vlhkomilné druhy, především olše, jasany, jilmy, duby nebo topoly. Na strmých svazích ve vyšších polohách se rozšířily suťové lesy, které jsou druhově bohatší než ostatní listnaté lesy. Hojně je zastoupen habr s příměsí buku, a naopak zde ustupují lípy. V jižní části zkoumané oblasti je také možné v menší míře najít acidofilní doubravy, kde převažuje dub zimní či letní, nebo suché bory, kde dominuje borovice lesní s příměsí dubu zimního nebo břízy bělokoré (Chytrý 2001).

Z hlediska **fytogeografického členění** se zkoumané území nachází v okrese 55 - Český ráj a v podokresu Maloskalso - 55c (Skalický 1988). Toto členění vychází především ze současného rostlinného pokryvu flóry a vegetace, ale odráží také jeho vývoj včetně vlivů lidské činnosti. Celé území je pak součástí fytogeografického obvodu Českomoravské Mezofytikum. Mezofytikum tvoří přechod mezi teplomilnou a chladnomilnou květenou. Dominuje zde vegetační stupeň suprakolinní, který je podle klasifikace Zlatníka (1978) ekvivalentní s lesním vegetačním stupněm dubobukovým, kde je převažující dřevinou buk, s příměsí dubu a habru.

Lesní vegetační stupně byly klasifikovány pro potřeby pěstování lesů a dalších lesnických činností. Stupně jsou určeny na základě klimatických podmínek, což je průměrná roční teplota, průměrný roční úhrn srážek a průměrná délka vegetačního období. U jednotlivých stupňů je uvedena i nadmořská výška, to je ale pouze pomocný údaj, pro lepší představu o klimatických podmínkách. Dubobukový stupeň je charakterizován nadmořskou výškou 400-550m, průměrnou roční teplotou 6,5-7,5 °C, průměrným ročním úhrnem srážek 650-700 mm a vegetačním obdobím dlouhým 150-160 dnů (Zlatník 1978).

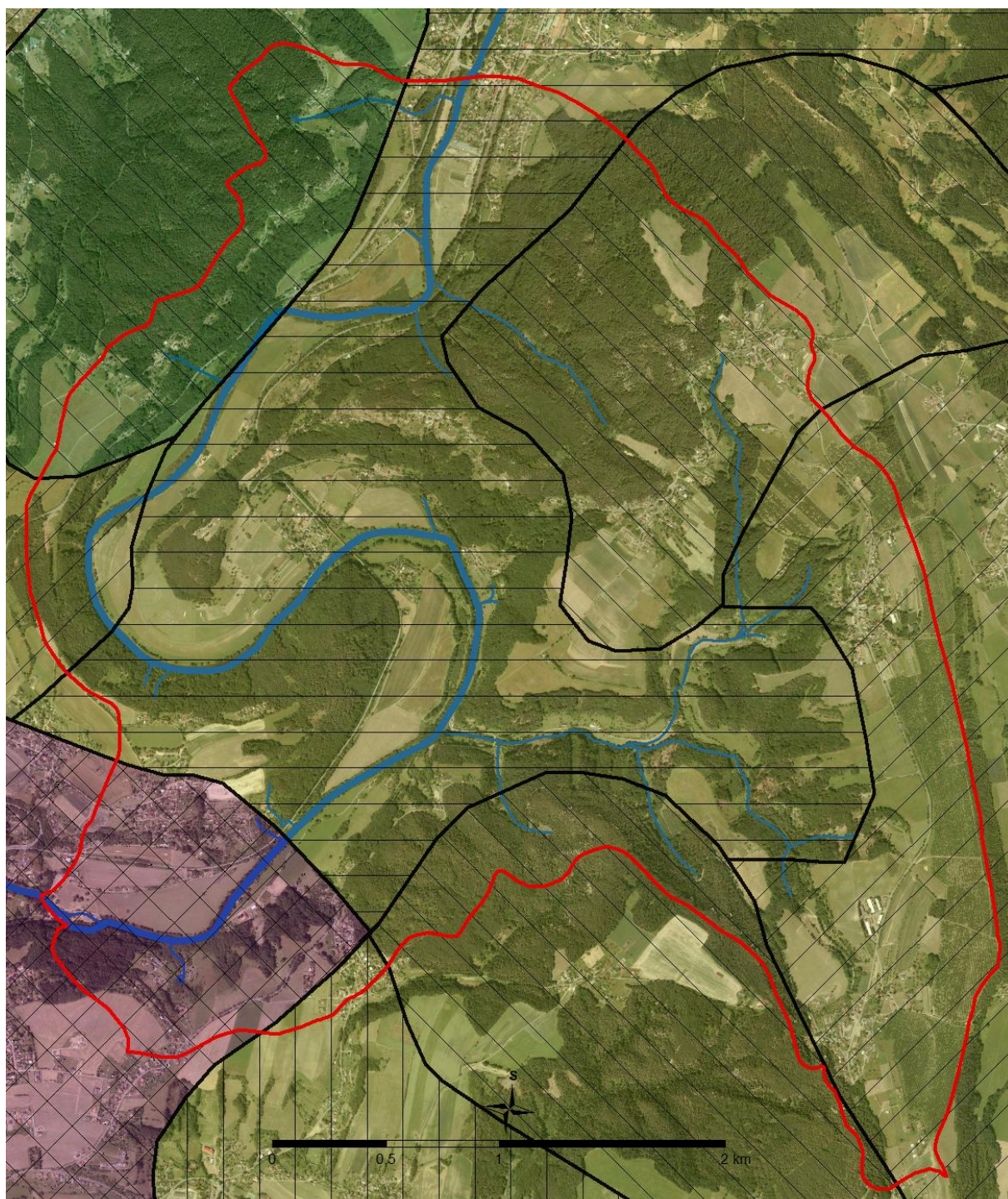
Mapa **potenciální přirozené vegetace** (Neuhäuslová, aj. 1998) určuje rostlinný pokryv, který by se vytvořil v určitém území a v určité časové etapě za předpokladu vyloučení jakékoliv další činnosti člověka. Zahrnuty jsou však nevratné změny způsobené člověkem až

do doby konstrukce mapy, zatímco u vratných změn prostředí, jako například eutrofizace vod či znečištění ovzduší se předpokládá jejich zánik s přerušením činnosti člověka. Druhová struktura je dána druhovým složením biocenózy. Vychází z klimatických a půdních podmínek stanoviště, kvality a dostupnosti potravních zdrojů: vody, živin v půdě, světelného a tepelného záření. Z této mapy je možné vyčíst, že potenciální přirozenou vegetaci ve východní části zkoumaném území tvoří bučina s kyčelní devítilistou, patřící do skupiny květnatých bučin a směrem na západ se přirozená potenciální vegetace mění na bikovou bučinu, patřící do acidofilních bučin, které se vyskytují na kyselých půdách.

Z hlediska **biogeografického členění** (Culek, aj. 1996) se území nachází v Hruboskalském regionu. Tento bioregion je charakterizován chudou květenou, kde převažují acidofilní druhy hercynského charakteru. Mezi demontánní prvky patří žebrovice různolistá, vranec jedlový, plavuně pučivá, čípek objímavý, čarovník alpský nebo měsíčnice vytrvalá. Lužickým migrantem je zde ostřice převíslá. Mezní výskyt zde mají i některé termofilní druhy, například kavyl Ivanův, ušnice klínolistá a česnek chlumní.

Převažuje zde běžná fauna hercynské zkulturně krajiny, se západními vlivy. Mezi významné druhy patří ježek západní, břehule říční, ropucha krátkonohá nebo mlok skvrnitý. V oblasti chudých pískovců jsou bohatší společenstva měkkýšů pouze na ostrůvcích vápnitějších půd, kde se vyskytuje hrotice obrácená. Kolem vodních toků a rybníků jsou menší enklávy s mokřadní faunou. Najít je tu možné například slavíka modráčka nebo cvrčilku slavíkovou. Jizera náleží do parmového pásma a její menší přítoky do pstruhového pásma (Culek, aj. 1996).

Biogeografická regionalizace vznikla za účelem vymezení **územních systémů ekologické stability**. ÚSES je funkční soustava přírodně zachovalých segmentů. Definuje se jako vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. Je tedy koncipován pro řádné fungování krajiny z hlediska zachování biodiverzity a ekologické stability. Zkoumané území údolí Jizery tvoří hlavní osu nadregionálního biokoridoru, který propojuje nadregionální biokoridor Údolí Jizery a Kamenice (na východ od zkoumané oblasti) a Příhrazské skály (jihozápadně od zkoumané oblasti (Portál ÚSES 2012).



Typ krajiny podle reliéfu

- bez vymezeného reliéfu
- krajina vrchovin Hercynika
- krajina rozřezaných tabulí
- krajina zaříznutých údolí
- krajina skalních měst

Typ krajiny podle využití

- lesozemědělská
- lesní
- urbanizovaná

Jizera

přítoky Jizery

zkoumané území

Mapa 9: **Typologie krajiny**, 2012, zdroj dat: NG INSPIRE 2011b, 2011e, vytvořeno: v ArcGIS 9.3, Lucie Vávrová

9 Ochrana přírody

9.1 Zvláště chráněná území

Celé zkoumané území se nachází v **Chráněné krajinné oblasti Český ráj**. Český ráj byl vyhlášen dne 14. října 2002 v souladu s ustanovením vlády. V případě Českého ráje se jedná o nové rozšíření již existující oblasti, která byla zřízena dne 25. května 1955. Celková rozloha chráněné oblasti je 181,5 km². Toto velkoplošné chráněné území je podle zákona o ochraně přírody definované jako rozsáhlé území s harmonicky utvářenou krajinou, charakteristicky vyvinutým reliéfem, významným podílem přirozených ekosystémů lesních a trvalých travních porostů, s hojným zastoupením dřevin, popřípadě s dochovanými památkami historického osídlení. Rekreační využití je přípustné, pokud nepoškozuje přírodní hodnoty chráněných krajinných oblastí (Mackovčín, aj. 2002).

Hlavním důvodem vyhlášení CHKO Český ráj je ochrana geomorfologických hodnot a zachování typického vzhledu krajiny a udržení celkové biologické rozmanitosti. Oblast je tvořena především kvádrovými pískovci, na kterých se vyvinula skalní města a vrchy třetihorního vulkanického původu, které jsou základem jedinečnosti území. K zajímavým prvkům skalních měst patří především jeskyně, pseudozávrtky, skalní brány a okna. Rostlinná a živočišná říše je zastoupena převážně druhy skalních měst a mokřadů a to i přes velkou rozmanitost přírodních stanovišť. Druhovou pestrost organismů obohacují horské i teplomilné druhy (Mackovčín, aj. 2002).

Na zkoumaném území povodí Jizery se nacházejí čtyři maloplošná chráněná území, která jsou v působnosti CHKO Český ráj. Jsou zde vymezeny tři přírodní rezervace, což jsou menší území soustředěných přírodních hodnot se zastoupením ekosystémů typických a významných pro příslušnou geografickou oblast. A také se zde nachází jedna přírodní památka, což je přírodní, zejména geologický či geomorfologický, útvar menší rozlohy, naleziště vzácných nerostů nebo ohrožených druhů ve fragmentech ekosystémů, s regionálním ekologickým, vědeckým či estetickým významem, a to i takový, který vedle přírody formoval svou činností člověk (Mackovčín, aj. 2002).

Největší plochu zde zaujímá **Přírodní rezervace Klokočské skály** na jihu zkoumaného území. Tato rezervace byla vyhlášena v roce 1985. Celková rozloha rezervace je 236,28 ha, ale na zkoumaném území povodí Jizery se nachází jen 69,70 ha. Území je složeno ze dvou masivů, a to Betlémské a vlastní Klokočské skály. Do plošiny je zahloubených několik

hlubokých roklí. Zvětváváním vznikly ve skalních stěnách ukázky pískovcového makro a mikroreliefu. Výklenky, římsy, různé typy voštin, železivce nebo rýhy jsou stále předmětem geomorfologického výzkumu. Porosty na vrcholové plošině jsou tvořeny monokulturami borovice lesní, které si na několika místech zachovaly podobu borových doubrav. Hnízdění možností ve skalách využívá množství ptáků, například výr velký či krkavec velký (Modrý, aj, 2007).

Druhým maloplošným chráněným územím ve zkoumané oblasti je **Přírodní rezervace Bučiny u Rakous**, vyhlášená již v roce 1995. Rozloha rezervace je 24,16 ha. Území je chráněné díky nejzachovalejším květnatým bučinám v Českém ráji. Přírodní rezervaci tvoří lesní porost s dominantním bukem lesním na strmých svazích podél silnice vedoucí z Turnova do Rakous na levém břehu Jizery. V menší míře než buk zde roste také javor klen, jasan ztepilý, ještě řidčeji zde roste jilm horský a lípa velkolistá a vzácně tis červený. Květnaté bučiny hostí řadu zajímavých rostlinných a živočišných druhů. V bylinném patře se vyskytuje řada vzácných bylinných druhů, například, korálce trojklanná nebo lilie zlatohlavá. Staré buky jsou také domovem přibližně 30 druhů ptáků, z nichž mezi zajímavé patří holub doupňák, lejsek černohlavý nebo žluna šedá (Modrý, aj. 2007).

Nejmenší maloplošné chráněné území zde představuje **Přírodní rezervace Na hranicích**, vyhlášená v roce 1953, s rozlohou 3,85 ha. Na strmém svahu se nachází bučina s fragmenty jasenin na prameništích. Oblast je také známá výskytem bohatých porostů přesličky největší. Hnízdí zde lesní druhy ptáků, například datel černý, strakapoud velký nebo brhlík lesní (Modrý, aj. 2007).

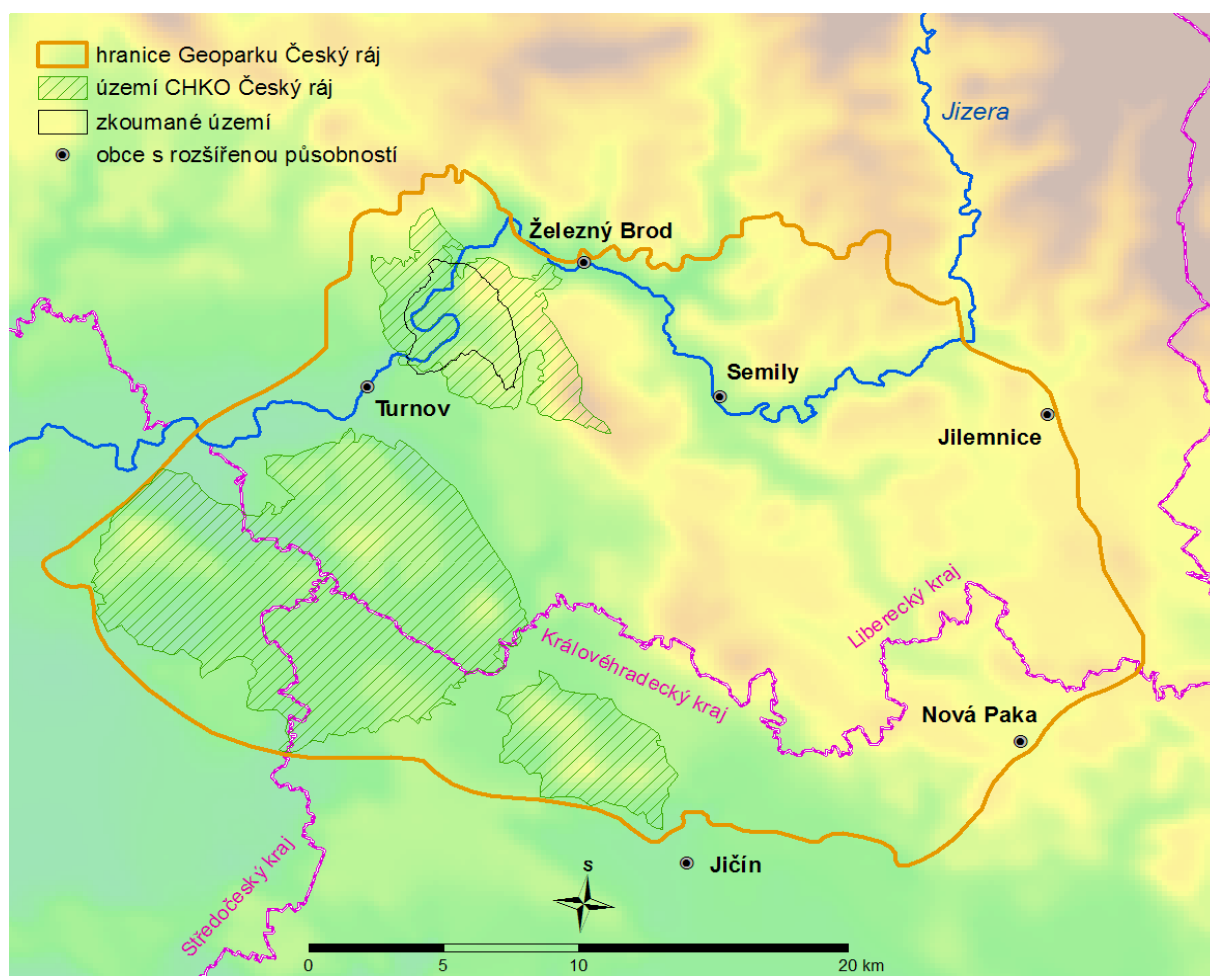
Roku 2010 byla v této oblasti vyhlášena **Přírodní památka Podloučky**, s rozlohou 116,74 ha. Hlavním předmětem ochrany jsou luční společenstva xerothermních trávníků a lesní společenstva, zachovalých vápnomilných květnatých bučin s výskytem zvláště chráněných druhů organismů, vyvinutá na geologickém podloží slinitých pískovců (AOPK ČR 2010).

9.2 Chráněná území evropského významu

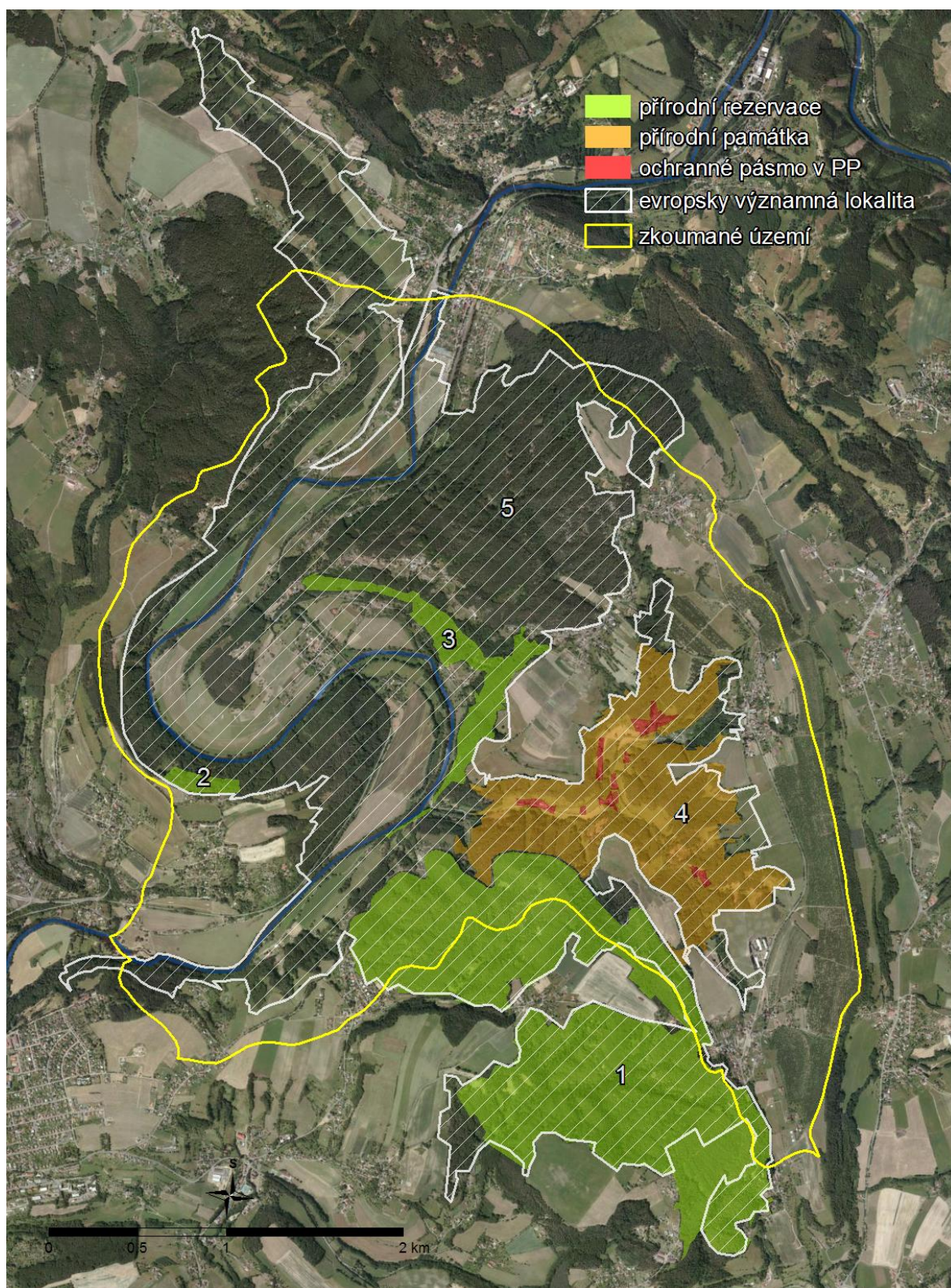
Celé zkoumané území charakterizuje evropsky významnou lokalitou soustavy Natura 2000 - **Průlom Jizery u Rakous**, s výměrou 1 062,15 ha. Natura 2000 je soustava chráněných území, která vytvářejí na svém území podle jednotných principů všechny státy Evropské unie. Cílem této soustavy je zabezpečit ochranu těch druhů živočichů, rostlin a typů přírodních stanovišť, které jsou z evropského pohledu nejvzácnější, nejvíce ohrožené, vzácné či omezené svým výskytem jen na určitém území (Modrý, aj. 2010).

Chráněným fenoménem v lokalitě Průlom Jizery u Rakous je vegetace přírodního komplexu, tvořená z velké části acidofilními a květnatými bučinami, vzácně také vápnomilnými bučinami, v jejichž podrostu se jako dominanta uplatňuje pěchava vápnomilná. Z lučních porostů k nejhojnějším patří mezofilní ovsíkové a pcháčové louky. V údolí Podločky jsou zachované široolisté suché trávníky s výskytem orchidejí. V území jsou místy vyvinuté mezofilní lesní lemy a brusnicová vegetace skal a drovin. Na území přírodního komplexu se nachází lokalita modráška bahenního, v bučině u Dolních Zbiroh se vyskytuje střešníček pantoflíček, v Klokočských skalách vláskatec tajemný. (Modrý, aj. 2010).

Celé zkoumané území se také nachází ve výjimečné geologické oblasti - Geopark Český ráj, který byl do prestižního seznamu evropské sítě geoparků zařazen v říjnu 2005. **Geopark Český ráj** zahrnuje oblast CHKO Český ráj a okolí, o přibližné rozloze 700 km². Tato oblast představuje širokou škálu geologických fenoménů, paleontologické, mineralogické a archeologické lokality i historické památky (Řídkošil, aj. 2006).



Mapa 10: Vymezení Geoparku Český ráj, 2012. zdroj dat: tematický obsah: AOPK ČR 2009, topografický podklad NG INSPIRE 2011a. vytvořeno: v ArcGIS 9.3, Lucie Vávrová



Mapa 11: **Chráněná území**, 2012. zdroj dat: *NG INSPIRE 2011b, 2011d*. vytvořeno: v *ArcGIS 9.3*, *Lucie Vávrová*

10 Závěr

Při zkoumání jednotlivých fyzickogeografických složek bylo možné zjistit určité vztahy mezi těmito složkami. Byly rozpoznány velmi těsné vazby všech složek, které byly ve většině případů vzájemné.

Geologická stavba podmiňuje vznik určitého typu georeliéfu. Celá zkoumaná oblast je složena z málo odolných hornin, které snadno podléhají exogenním pochodům. Díky tomu se zde mohlo vyvinout množství skalních útvarů. Výjimkou je vrchol Sokol, kde čedičová žíla terciárního stáří byla erozí vypreparovaná z okolních měkkých křídových pískovců. Je to příklad selektivní eroze závislé na rozdílné litologii různých typů hornin.

Velký vliv na vývoj reliéfu má také klima. A to především teplota vzduchu, množství spadlých srážek a rychlost větru. Vysoké teploty urychlují proces zvětrávání hornin, a následně mohou být volné částice pískovce unášeny větrem a dochází k procesu zvanému deflace. Unášené částice hornin pak obrušují povrch prozatím zpevněných hornin. Příkladem větrné eroze ve zkoumaném území je vytvoření skalních hřibů v Klokočských skalách. Skalní města by se také nemohla vyvinout bez dostatečného množství srážek. Dešťová voda způsobila rozrušování skalních bloků a mohly tak vzniknout jednotlivé skalní útvary. Velké množství srážek také zásobuje vodou řeku Jizeru, která tak mohla vytvořit hluboké údolí. Reliéf naopak ovlivňuje, klima, respektive mikroklima, například ve skalních jeskyních, kde je teplota a vlhkost vzduchu odlišná od okolního prostředí.

Geologická stavba a klima také ovlivňují vznik a vývoj půdy. Různé typy půd jsou podmíněny geologickým podložím, množstvím přítomné vody, která proniká do půdy, působením větru, který naopak způsobuje vypařování vody z půdy, nebo teplotou vzduchu, která půdotvorné pochody urychluje. Vytvořený půdní typ pak dále určuje, jaký druh vegetace se na ní rozšíří. Například ranker je výhradně lesní půdou a některé půdy obsahující velké množství vody jsou vhodným místem pro růst vlhkomilných rostlin. Vegetace zpětně ovlivňuje vývoj půd, protože různé druhy porostu vytvářejí různě kvalitní humus. Některé porosty také poskytují půdě více stínu, který brání prohřátí nebo většímu vypařování vody z půdy.

Vegetace spolu s klimatickými činiteli způsobují zvětrávání hornin, a tím dochází k modelování reliéfu, jak již bylo výše popsáno.

11 Seznam použitých zdrojů

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR, 2005. *Půdní mapa ČR*. List 03-32, Jablonec n. Nisou. [1 : 50 000]. Dostupné z: http://www.nature.cz/publik_syst2/files08/0332.pdf

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR, 2009. *Mezinárodně významné části přírody*: [webová mapová služba WMS]. [vid. 29. 8. 2011]. Dostupné z: <http://mapmaker.nature.cz>

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR, 2012. [online]. [vid. 1. 4. 2012]. Dostupné z: <http://www.ochranaprirody.cz>

CULEK, M., a kolektiv, 1996. *Biogeografické členění České republiky*. 1. vyd. Praha: Enigma. ISBN 80-85368-80-3.

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA, 1998. *Hydrogeologická mapa ČR*. List 03-32, Jablonec n. Nisou. [1 : 50 000].

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA, 2007. *Geologická mapa ČR*. List 03-32, Jablonec n. Nisou. [1 : 50 000].

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2012. [online]. [vid. 1. 4. 2012]. Dostupné : <http://www.chmi.cz>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2012. [online]. [vid. 1. 4. 2012]. Dostupné z: <http://www.czso.cz>

ČÚZK, 1998. *Základní vodohospodářská mapa ČR*. List 03-32, Jablonec n. Nisou. [1 : 50 000]. Dostupné z: http://heis.vuv.cz/data/download/zvm_rastry_n/0332.tif

ČÚZK, 2012. *ZABAGED - vrstevnice* [webová mapová služba WMS]. [10 000]. [vid. 10. 3. 2012]. Dostupné z: http://geoportal.cuzk.cz/cuzk_wmsklient/Default.aspx?CRS=EPSG:102067&variant=zbgyvs&BBOX=-685638.921289,-997019.749079,-679994.479892,-992786.418032

DEMEK, J., a kolektiv, 1965. *Geomorfologie českých zemí*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství ČSAV.

DEMEK, J., 1987. *Obecná geomorfologie*. 1. vyd. Praha: Academia.

DEMEK, J., MACKOVČIN, P. a kolektiv, 2006. *Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny*. 2. upr. vyd. Brno: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 80-860-6499-9.

HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 1970. *Hydrologické poměry ČSSR. Díl III.*, 1. vyd. Praha.

CHLUPÁČ, I., BRZOBOHATÝ, R., KOVANDA, J., STRÁNÍK, Z., 2011. *Geologická minulost České republiky*. 2. opr. vyd. Praha: Academia. ISBN 978-80-200-1961-5.

CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M., 2001. *Katalog biotopů České republiky*, 1. vyd. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 80-86064-55-7.

JENČ, P., 2006. Zničené sedimentární výplně skalních dutin Českého ráje. In: JENČ, P., ŠOLTYSOVÁ, L. *Pískovcový fenomén Českého ráje*. 1. vyd. Turnov: Základní organizace Českého svazu ochránců přírody Křižánky, s. 31–40. ISBN 80-902751-5-X.

KOLEKTIV AUTORŮ, 2007. *Atlas podnebí Česka*. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav. ISBN 978-80-86690-26-1.

KOPECKÝ, J., 2006. Formy povrchového i podzemního pískovcového pseudokrasu. In: JENČ, P., ŠOLTYSOVÁ, L. *Pískovcový fenomén Českého ráje*. 1. vyd. Turnov: Základní organizace Českého svazu ochránců přírody Křižánky, s. 17–24. ISBN 80-902751-5-X.

KOZÁK, J., a kolektiv, 2009. *Atlas půd České republiky*. 2. upr. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 978-80-213-2008-6.

KUKAL, Z., NĚMEC, J., POŠMOURNÝ, K., 2005. *Geologická paměť krajiny*. 1. vyd. Praha: Česká geologická služba. ISBN 80-7075-654-3.

LOŽEK, V., 2006. Pískovcový ekofenomén Českého ráje. In: JENČ, P., ŠOLTYSOVÁ, L. *Pískovcový fenomén Českého ráje*. 1. vyd. Turnov: Základní organizace Českého svazu ochránců přírody Křižánky, s. 11–16. ISBN 80-902751-5-X.

LÖW, J., NOVÁK, J., 2005. *Typologie České krajiny*. Praha: Ministerstvo životního prostředí.

MACKOVČIN, P., SEDLÁČEK, M., KUNCOVÁ, J., 2002. *Chráněná území ČR III. Liberecko*. 1 vyd. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 80-86064-43-3.

MIKULÁŠ, R., CÍLEK, V., ADAMOVIČ, J., 2006. Geologicko-geomorfologický popis skalních měst Českého ráje. In: JENČ, P., ŠOLTYSOVÁ, L. *Pískovcový fenomén Českého ráje*. 1. vyd. Turnov: Základní organizace Českého svazu ochránců přírody Křižánky, s. 245–286. ISBN 80-902751-5-X.

MODRÝ, M., SÝKOROVÁ, J., 2007. *Maloplošná chráněná území Libereckého kraje*. 2. upr. vyd. Liberec: Liberecký kraj, resort rozvoje venkova, zemědělství, životního prostředí a informatiky.

MODRÝ, M., HABRDA, K., BULÍŘ, P., 2010. *Natura 2000 v Libereckém kraji*. vyd. 1. Liberec: Liberecký kraj, resort životního prostředí a zemědělství

NÁRODNÍ GEOPORTAL INSPIRE, 2011a. *Přehledová mapa pro velmi malá a malá měřítka*. [webová mapová služba WMS]. [vid. 10. 3. 2012]. Dostupné z: http://geoportal.gov.cz/arcgis/services/CENIA/cenia_prehledka

NÁRODNÍ GEOPORTAL INSPIRE, 2011b. *Barevná ortofotomapa s prostorovým rozlišením 50 cm*. [webová mapová služba WMS]. [vid. 10. 3. 2012]. Dostupné z: http://geoportal.gov.cz/arcgis/services/CENIA/cenia_rt_ortofotomapa_aktualni

NÁRODNÍ GEOPORTAL INSPIRE, 2011c. *Rastrové ekvivalenty topografických map*. [webová mapová služba WMS]. [vid. 10. 3. 2012]. Dostupné z: http://geoportal.gov.cz/arcgis/services/CENIA/cenia_rt_RETm

NÁRODNÍ GEOPORTAL INSPIRE, 2011d. *Mapa chráněných území*. [webová mapová služba WMS]. [vid. 10. 3. 2012]. Dostupné z: http://geoportal.gov.cz/arcgis/services/CENIA/cenia_chranena_uzemi

NÁRODNÍ GEOPORTAL INSPIRE, 2011e. *Typologické členění krajiny*. [webová mapová služba WMS]. [vid. 10. 3. 2012]. Dostupné z: http://geoportal.gov.cz/arcgis/services/CENIA/cenia_typologie_krajiny

NĚMEČEK, J., MACKŮ, J., VOKOUN, J., VAVŘÍČEK, D., NOVÁK, P., 2001. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-238-8061-6.

NEUHÄUSLOVÁ, Z., MORAVEC, J., 1998. *Mapa potenciální přirozené vegetace ČR*. vyd. 1. Praha: Academia. ISBN 80-200-0687-7.

PROSTŘEDNÍK, J., ŠÍDA, P., 2010. *Nejstarší dějiny Českého ráje a horního Pojizeří*. 1. vyd. Turnov: Muzeum Českého ráje. ISBN 978-80-87416-01-3.

PORTÁL ÚZEMNÍ SYSTÉM EKOLOGICKÉ STABILITY, 2012. [online]. [vid. 1. 5. 2012]. Dostupné z: <http://www.uses.cz>

QUITT, E., 1971. *Klimatické oblasti Československa*. 1. vyd. Brno: Geografický ústav ČSAV.

ŘÍDKOŠIL, T., a kolektiv, 2006. *Geopark Český ráj*. 1. vyd. Turnov: Středisko ekologické výchovy Český ráj.

SKALICKÝ, V., 1988. Regionálně fytogeografické členění. In: HEJNÝ S., SLAVÍK B. *Květena ČSR I*, 1. vyd. Praha: Academia. s. 103-121.

VÍTEK, J., 1979. *Pseudokrasové tvary v kvádrových pískovcích severovýchodních Čech*. 1. vyd. Praha: Academia.

VLČEK, V., a kolektiv, 1984. *Vodní toky a nádrže*. 1. vyd. Praha: Academia.

VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA, 2011. *Digitální báze vodohospodářských dat DIBAVOD* [digitální data ESRI Shapefile]. [1:10 000]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz>

VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA, 2012. [online]. [vid. 1. 4. 2012]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz>

ZLATNÍK, A., 1978. *Lesnická fytoecologie*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

12 Seznam příloh

Příloha A

Fotodokumentace zkoumaného území [CD]